



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

“CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (*Vitis vinífera*
RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE MÉTODO DE
HIDRÓLISIS ÁCIDA”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Br. HERNÁNDEZ FIESTAS, Juan Carlos

ASESOR:

Mg. ZEVALLOS VILCHEZ, Máximo Javier

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

PIURA – PERÚ

2018

Página del jurado

Dedicatoria

A Dios por guiarme e iluminarme en todo momento.

A mi abuelo Ruperto Fiestas, quien estuvo presente en todo momento y que ahora desde el cielo me protege y me guía.

A mi mamá Nery, mi abuela Nérída y a mi hermano Mathias por apoyarme, por creer en mí y motivarme a ser siempre mejor.

A la familia Fiestas Mogollón por su completo apoyo en los buenos y malos momentos.

Agradecimiento

A mis asesores que me acompañaron en estos dos ciclos: Ing. MBA Luciana Torres e Ing. Máximo Zevallos quienes me compartieron sus conocimientos para finalizar esta investigación.

Al laboratorio de la facultad de química de la Universidad Nacional de Piura y al Ing. Felipe Paima quien me facilitó las instalaciones y me apoyó a realizar los experimentos.

Declaratoria de autenticidad

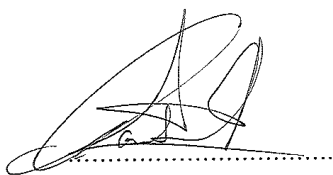
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Carlos Hernández Fiestas, con DNI n° 70745197, estudiante de la escuela académico profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad César Vallejo, sede Piura, a efecto de cumplir con la disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la universidad, declaro que el trabajo académico titulado: “CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (Vitis vinífera RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE MÉTODO DE HIDRÓLISIS ÁCIDA” es de mi autoría y que toda documentación, datos e información presente es veraz y auténtica.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda la cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.



Firma

DNI N° 70745197

Piura, 11 de noviembre de 2018

Presentación

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la tesis titulada “CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (*Vitis vinífera* RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE MÉTODO DE HIDRÓLISIS ÁCIDA”. La investigación consta de 6 capítulos los cuales son: 1. Introducción, 2. Método, 3. Resultados, 4. Discusión de resultados, 5. Conclusiones, 6. Recomendaciones, teniendo como objetivo caracterizar pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante hidrólisis ácida. La investigación pretende incentivar el aprovechamiento y la diversificación del catálogo de subproductos que se pueden elaborar a base de la uva “RED GLOBE” de descarte, la cual por incumplimiento de requisitos de calidad no puede ser exportada y solamente es usada para la venta como fruta fresca en el mercado local, pudiéndose aprovechar para elaborar nuevos subproductos y diversificar el catálogo de subproductos a partir de esta fruta, es por ello que se busca elaborar pectina y caracterizarla para así establecer un punto de partida para la futura creación de una nueva industria en la región que beneficiaría a las personas que estarían inmersas en esta, en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El autor.

Índice

Página del jurado	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento	IV
Declaratoria de autenticidad	V
Presentación.....	VI
Índice	VII
Índice de cuadros	X
Índice de gráficos.....	XI
Índice de imágenes	XII
Resumen	XIV
Abstract.....	XV
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Realidad problemática.....	16
1.1. Trabajos previos	17
1.2. Teorías relacionadas al tema	21
1.2.1. Línea de producción.....	21
1.2.2. Uva “Vitis Vinifer”	21
1.2.3. Disponibilidad de la uva.....	21
1.2.4. Uva Red Globe.....	22
1.2.5. Características nutricionales de la Uva Red Globe	22
1.2.6. Estado de la uva en el Perú	22
1.2.7. Uva de descarte	23
1.2.8. Pectina.....	23
1.2.9. Clasificación de la pectina	24
1.2.10. Método para obtener pectina.....	24
1.2.11. Caracterización de la pectina	26
1.2.12. Características de pectina comercial.....	27
1.3. Formulación de problema.....	27
1.3.1. Pregunta general.....	27
1.3.2. Preguntas específicas.	27
1.4. Justificación del estudio	28

1.5. Hipótesis.....	29
1.5.1. Hipótesis general.....	29
1.5.2. Hipótesis específica.....	29
1.6. Objetivos	30
1.6.1. Objetivo general.....	30
1.6.2. Objetivo específico	30
II. MÉTODO	31
2.1. Diseño de investigación.....	31
2.1.1. Tipo de investigación	31
2.1.2. Factores y Niveles	31
2.1.3. Tratamientos.....	32
2.1.4. Distribución de los tratamientos en bloques	33
2.2. Variables, operacionalización	34
2.3. Población, muestra y muestreo.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	36
2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
2.4.2. Validez y Confiabilidad	36
2.5. Método de análisis de datos.....	36
2.6. Aspectos éticos	37
III.RESULTADOS	38
3.1 Objetivo específico 1	38
3.2 Objetivo específico 2.....	39
3.3. Objetivo específico 3.....	42
3.4. Objetivo específico 4.....	44
3.5. Objetivo específico 5.....	46
IV.DISCUSIÓN.....	47
V. CONCLUSIONES	51
VI.RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	56
ANEXO 1 Matriz de consistencia	56
ANEXO 2 Instrumentos de recolección de datos	57
Anexo 2.1 Hoja de Registro de control de pH y Temperaturas.....	57
Anexo 2.2 Hoja de registro de evaluación fisicoquímica	58

Anexo 2.3 Registro de control de costos	59
ANEXO 3 Validación de los instrumentos	60
Anexo 3.1 Validación de especialista 1	60
Anexo 3.2 Validación de especialista 2.....	63
ANEXO 4 Método de Ingeniería.....	66
Anexo 4.1 Método usado en el objetivo específico 1	66
Anexo 4.2 Método usado en el objetivo específico 2.....	68
Anexo 4.3 Método usado en el objetivo específico 3.....	71
Anexo 4.4 Método usado en el objetivo específico 4.....	73
Anexo 4.5 Método usado en el objetivo específico 5.....	75
ANEXO 5 Información adicional.....	77
Anexo 5.1 Hoja de Registro de control de pH y Temperaturas debidamente completada..	77
Anexo 5.2 Diagrama de operaciones del proceso de obtención de pectina.....	78
Anexo 5.3 Hoja de registro de control de costos totales y unitario debidamente completadas	79
Anexo 5.4 Informes de resultados de análisis fisicoquímico Bloque I	80
Anexo 5.5 Informes de resultados de análisis fisicoquímico Bloque II	81
Anexo 5.6 Informes de resultados de análisis fisicoquímico Bloque III.....	82
Anexo 5.7 Hoja de registro de evaluación fisicoquímica debidamente completada	83
Anexo 5.8 Informe de resultados del análisis estadístico.....	84
Anexo 5.9 Informe de resultados del análisis microbiológicos.....	94
Anexo 5.10 Informe de resultados de evaluación fisicoquímica de pectina comercial.....	95
Anexo 5.11 Temporada alta de las variedades de uva.....	96
Anexo 5.12 Características de uva de exportación.....	97
Anexo 5.13 Norma E-440 (1981).....	98
Anexo 5.14 Requisitos de gelificación según el grado de esterificación	99
Anexo 5.15 Tipo de pectina según el grado de esterificación	100
Anexo 5.16 Uso de la pectina en la industria alimentaria	101
Anexo 5.17 Evidencia fotográfica	102
ANEXO 6 Acta de aprobación de originalidad	120
ANEXO 7 Pantallazo de software Turnitin	121
ANEXO 8 Autorización de publicación.....	122
ANEXO 9 Autorización de la versión final del trabajo de investigación	123

Índice de cuadros

Cuadro n° 1 Características nutricionales de la uva red Globe en 138gr	22
Cuadro n° 2 Características fisicoquímicos de la pectina	27
Cuadro n° 3 Caracterización de pectina comercial.....	27
Cuadro n° 4 Factores y Niveles	31
Cuadro n° 5 Tratamientos.....	32
Cuadro n° 6 Distribución de tratamientos en bloques completamente al azar	33
Cuadro n° 7 Operacionalización de variables	34
Cuadro n° 8 Población, muestra y muestreo.....	35
Cuadro n° 9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
Cuadro n° 10 Análisis de varianza	37
Cuadro n° 11 Resumen de método de hidrólisis ácida	38
Cuadro n° 12 Descripción de operaciones.....	39
Cuadro n° 13 Costos generados por todos los tratamientos	41
Cuadro n° 14 Costo por un tratamiento	41
Cuadro n° 15 Características fisicoquímicas de los tratamientos.....	42
Cuadro n° 16 Resumen del análisis estadístico donde se plasman las muestras que mejor cumplen con la norma E440 (I)	44
Cuadro n° 17 Matriz de consistencia.....	56
Cuadro n° 18 Hoja de registro de control de pH y temperaturas.....	57
Cuadro n° 19 Registro de evaluación fisicoquímica	58
Cuadro n° 20 Registro de control de costos	59
Cuadro n° 21 Análisis De Varianza del porcentaje de humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	84
Cuadro n° 22 Medidas estadísticas de los tratamientos del porcentaje de humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte.....	84
Cuadro n° 23 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte.....	85
Cuadro n° 24 Análisis de varianza del porcentaje de las Cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	86

Cuadro n° 25 Medidas estadísticas de los tratamientos porcentaje de las cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte.....	86
Cuadro n° 26 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje de cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	87
Cuadro n° 27 Análisis de varianza del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera Red Globe) de descarte	88
Cuadro n° 28 Medidas Estadísticas de los tratamientos del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	88
Cuadro n° 29 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	89
Cuadro n° 30 Análisis de varianza del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	90
Cuadro n° 31 Medidas estadísticas de los tratamientos del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	90
Cuadro n° 32 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	91
Cuadro n° 33 Análisis De Varianza Del Porcentaje Del Grado De Metoxilos De La Pectina A Partir De Uva (Vitis Vinífera RED GLOBE) De Descarte	92
Cuadro n° 34 Medidas estadísticas de los tratamientos del porcentaje del grado de metoxilos de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	92
Cuadro n° 35 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje del grado de metoxilos de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	93
Cuadro n° 36 Temporada alta de producción de uva.....	96
Cuadro n° 37 Características de uva de exportación	97
Cuadro n° 38 Requisitos norma E-440	98
Cuadro n° 39 Requisitos de gelificación según el grado de esterificación de la pectina	99
Cuadro n° 40 Tipo de pectina según grado de esterificación	100
Cuadro n° 41 Uso de pectina en la industria	101

Índice de gráficos

Gráfica n° 1 Características fisicoquímicas de las muestras (Bloque I).....	42
Gráfica n° 2 Características fisicoquímicas de muestras (Bloque II).....	42
Gráfica n° 3 Características fisicoquímicas de muestras (Bloque III).....	43

Gráfica n° 4 Características microbiológicas de la mejor muestra (muestra 5)	46
Gráfica n° 5 Medias de los tratamientos del porcentaje de humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	85
Gráfica n° 6 Medias de los tratamientos del porcentaje de las cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	87
Gráfica n° 7 Medias de los tratamientos del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	89
Gráfica n° 8 Medias de los tratamientos del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte.....	91
Gráfica n° 9 Medias de los tratamientos del porcentaje del grado de metóxilos de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte	93

Índice de imágenes

Imagen 1 Constancia de validación de registro de control de pH y temperaturas – especialista 1	60
Imagen 2 Constancia de validación de registro de control de control de costos – especialista 1	61
Imagen 3 Constancia de validación de registro de evaluación fisicoquímica – especialista 1	62
Imagen 4 Constancia de validación de registro de control de pH y temperaturas - especialista 2.....	63
Imagen 5 Constancia de validación de registro de control de costos - especialista 2	64
Imagen 6 Constancia de validación de registro de evaluación fisicoquímica - especialista 2	65
Imagen 7 Sustancias pécticas en estado natural	66
Imagen 8 Principio químico de la hidrólisis ácida	67
Imagen 9 Pasos del método de hidrólisis ácida	67
Imagen 10 Muestra del DOP usado en la investigación	69
Imagen 11 Ejemplo de Datos obtenidos de la caracterización antes del estudio estadístico	73
Imagen 12 Datos obtenidos aplicando el método de análisis de varianza.....	74
Imagen 13 Datos obtenidos aplicando el test de Duncan	74
Imagen 14 Registro de control de pH y temperaturas completada.....	77
Imagen 15 DOP del proceso de obtención de pectina	78

Imagen 16 Registro de control de costos totales y unitarios completadas	79
Imagen 17 Informe de análisis fisicoquímico Bloque I.....	80
Imagen 18 Informe de análisis fisicoquímico Bloque II	81
Imagen 19 Informe de análisis fisicoquímico Bloque III	82
Imagen 20 Registro de evaluación Fisicoquímica completada	83
Imagen 21 Resultados de análisis microbiológicos	94
Imagen 22 Resultados de análisis fisicoquímica de pectina comercial	95
Imagen 23 Pesado de materia prima.....	102
Imagen 24 Lavado de materia prima	103
Imagen 25 Desinfectado de materia prima	104
Imagen 26 Inactivación enzimática (60°C)	105
Imagen 27 Preparación de mosto.....	106
Imagen 28 Prensado.....	107
Imagen 29 Residuos sólidos después de prensado	108
Imagen 30 Llenado de agua al mosto de uva.....	109
Imagen 31 Colocación de ácido cítrico a la solución de uva.....	110
Imagen 32 Homogenizado de solución acidulada	111
Imagen 33 Medición de pH	112
Imagen 34 Agitación de mezcla acidulada	113
Imagen 35 Precipitado de jugo péctico.....	114
Imagen 36 Tipo de alcohol usado en la precipitación	115
Imagen 37 Filtrado de jugo péctico	116
Imagen 38 Lavado de pectina coagulada.....	117
Imagen 39 Secado de pectina coagulada	118
Imagen 40 Producto terminado.....	119

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante hidrólisis ácida. Para el cumplimiento del objetivo se elaboraron 24 muestras de pectina haciendo uso del método de hidrólisis ácida dividiendo los 24 tratamientos en 3 bloques de 8 tratamientos a los cuales se les ha manipulado el pH y la temperatura usando 1.5, 2, 2.5, 3 como niveles de pH y 75°C y 90°C como niveles de temperatura con el fin de conocer la influencia que tienen en la caracterización del producto final y encontrar de forma estadística cual es la muestra que cumple mejor con los requisitos de la norma E-440 (i). La investigación fue del tipo experimental porque se busca establecer el efecto de una variable que se manipula, transversal porque se recolectan los datos en un periodo único y cuantitativo porque se hace uso de la medición numérica y del análisis estadístico. La población varía según el indicador, para los indicadores nivel de pH y nivel de temperatura la población fue de 24 tratamientos y no se hizo uso de muestra, para los indicadores n° de operaciones y costos la población fue de 1 proceso, para los indicadores % de humedad, % de cenizas, % ácido galacturónico, % de metóxilos y % grado de esterificación la población fue de 24 muestras de pectina y no se hizo uso de muestra, para el indicador coeficiente de varianza la población fue de 1 registro de evaluación fisicoquímica y para los indicadores microorganismos aerobios mesófilos viables y mohos y levaduras la población fue de 24 muestras de pectina y la muestra fue de 1 el cual se obtuvo mediante un muestreo no probabilístico por juicio. Se usó el registro de control de pH y temperaturas, diagrama de operaciones, registro de control de costos, registro de valuación fisicoquímica, informe de resultados de análisis estadístico y el informe de resultados del análisis microbiológico como instrumentos en la investigación y se concluyó que se caracterizó la pectina de uva RED GLOBE obtenida mediante el método de hidrólisis ácida, al cual se le variaron los determinantes de elaboración pH y temperatura comprobando así que influyen en la caracterización del producto final donde solo la muestra del tratamiento 5(2.5 de pH y 75°C de temperatura), con características medias de 8.197% de humedad, 4.247% de cenizas totales, 94.417% de ácido galacturónico, 88.787% de G. de esterificación y 15.723% de Metóxilos, cumplió con los requisitos de la norma E-440 (i).

Palabras Claves: Pectina, Uva, *Vitis vinífera*, Red Globe, Hidrólisis ácida.

Abstract

This research had as objective to characterize discarded grape (*Vitis Vinifer* RED GLOBE) pectin made by acid hydrolysis method. To achieve the objective they were made 24 samples of pectin using the acid hydrolysis method divided in 3 blocks of 8 treatments to which the pH and temperature have been modified using 1.5, 2, 2.5, 3 as pH levels and 75°C & 90°C as temperature levels in order to know the influence they have in the final product characterization and find statistically which is the sample that satisfies better with the requests of E-440 (I) norm. The research was an experimental type because the researcher is looking to stablish the effect of a manipulated variable, cross-sectional because data is collected in a single period and quantitative because it uses numerical measurement and statistical analysis. The population changes depending of the indicator, for the indicators pH level and temperature level the population was 24 treatments and no samples were used, for the indicator operations number and costs the population was 1 process, for the indicator % humidity, % ashes, % galacturonic acid, % methoxyls and % degree of sterification the population was 24 samples of pectin and no samples were used, for the indicator coefficient of variance the population was 1 physicochemical evaluation record and for the indicators viable aerobic mesophilic microorganisms and molds and yeasts the population was 24 samples of pectin and the sample was 1 which was obtained by non-probabilistic judgement sampling .The pH and temperature control record, operation diagram, cost control record, physical-chemical evaluation record, statistical analysis results report and microbiological analysis results report were used as research instruments. The investigation concluded that RED GLOBE grape pectin obtained by acid hydrolysis was characterized, to which the determining factors of pH and temperature were varied verifying that they influence the characterization of the final product where only the sample of the treatment 5 (2.5 pH and 75°C of temperature) satisfied the requirements of the E-440 (i) norm with average characteristics of 8.197% humidity, 4.247% ashes, 94.417% galacturonic acid, 88.787% degree of sterification and 15.723% methoxyls.

Keywords: Pectin, Grape, *Vitis Vinifer*, Red globe, Acid Hydrolysis

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La uva hoy en día es un producto muy consumido a nivel mundial, esto conlleva a que su producción sea alta para poder satisfacer la alta demanda que esta fruta tiene, según la FAO citado por el (Ministerio de agricultura, 2017) dice que China en el año 2014 fue el mayor productor de uva con un 17% de la producción mundial. El Perú por su parte representó el 0.7% de producción mundial siendo la variedad de uva que más se produce la red globe representando un 75% de los cultivos de uva del país, Pero como en todo proceso agroindustrial no todo lo que se produce tiene la calidad necesaria para ser exportado, es por ello que se generan descartes los cuales sirven para producir sub-productos, este descarte ha tenido una tendencia de crecimiento según el aumento de la producción, por ejemplo en Piura hasta el año 2012 el porcentaje de descarte llegaba al 12% pero a partir del 2013 debido al incremento de la producción de esta fruta este porcentaje incrementó al 22% subiendo un 10% de descarte en un año y manteniendo esa tendencia alcista hasta la actualidad según De la piedra y otros tomado de (Linares y otros, 2015)

Esta cantidad de uva descartada normalmente no es desechada en lo absoluto, es usada para la venta en mercados locales, producción de derivados (vinos y vinagres) y la elaboración de pasas de uva, esto relativamente es bueno porque se le da provecho a algo que por calidad no puede ser vendido al extranjero, pero el problema de todo esto es que hasta ahí se quedó estancado el estudio de esta fruta para producir nuevos sub-productos y así aprovecharla aún más. Sub-productos tales como la pectina, un sub-producto que tiene mucho mercado y que es demandado en el país, que normalmente es obtenido a partir de frutas cítricas o de la manzana pero que también puede ser obtenida a partir de la uva y según (Escobedo, 2013) la proyección de demanda de este sub-producto a nivel nacional para el año 2019 sería de 467964.64 Kg siendo la industria alimentaria la que mayor demanda de este producto va a tener. En la región la pectina es usada comúnmente para espesar o gelificar las mermeladas de fruta, pulpas de frutas, yogures, las conservas de frutas y compostas que se venden en el mercado nacional o que se exportan, pero la falta de industrias que elaboren pectina en la región obligan a los empresarios a comprar pectina en otras ciudades (Trujillo o Lima) o importarlas del extranjero, generando así un aumento

en los costos, además la falta de industrias que elaboren pectina en la región obstaculiza también el aprovechamiento de la uva de descarte u otros recursos que se generan en la región y que serían materia prima potencial para la producción de pectina.

Si la situación continúa de la misma manera, es decir sin generar alternativas adicionales de producción de sub-productos de la uva red globe de descarte, la industrialización de este producto en la región se vería paralizada por mucho más tiempo evitando así desarrollar económicamente a la región y a la gente productora de este recurso, además se seguirá desaprovechando recursos que se tienen en grandes cantidades en la región y que fácilmente podría servir para crear u obtener nuevos sub-productos innovadores.

Es por eso que esta investigación pretende desarrollar una alternativa de fabricación de un subproducto a base de uva red globe descartada, el cual es la pectina, aprovechando que en la región la cantidad de uva red globe de descarte es grande, pues Piura está entre los mayores productores de uva a nivel nacional, y así establecer un punto de partida para la generación de una nueva industria en la región que traerá consigo más oportunidades de trabajo y desarrollo, mejorando la calidad de vida de las personas que estarían inmersas en esta nueva industria.

1.1. Trabajos previos

(Nizama, 2015) en su tesis titulada “Obtención y caracterización de pectina a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*)” Por la Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial, escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias alimentarias, para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias; teniendo como objetivo general “Caracterizar la pectina obtenida de la cáscara de Cacao (*Theobroma Cacao L.*) al utilizar el método de hidrólisis ácida en el proceso de extracción”. Teniendo como resultados que 9.95g/100g fue el mayor rendimiento que se obtuvo de los experimentos, este rendimiento se obtuvo usando el tratamiento número 2 que consiste en usar á. cítrico como acidulante a un pH 2, con una temperatura de hidrólisis de 95°C y un tiempo de 90 min. También se obtuvo como resultado un porcentaje de ácido galacturónico de 90.36%, 71.93% de grado de esterificación, 7.7% de cenizas y 10.2% de humedad, lo que demuestra que la pectina es de alta calidad y se puede usar para la preparación de mermeladas y jaleas

(López, 2013) en su tesis titulada “Extracción de Pectina de cocona (*Solanum sessiliflorum dunal*) por acidulantes y su caracterización fisicoquímica” por la Universidad Nacional del Centro del Perú, facultad de ciencias aplicadas, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial; poniendo como objetivo general “Evaluar el rendimiento y las características fisicoquímicas en la extracción de pectina de cocona (*Solanum sessiliflorum*) con dos acidulantes”. Como resultados se obtuvo un 11.93% de rendimiento de la pectina que se extrajo con ácido clorhídrico, esta extracción se realizó con 2 de pH, a 85°C de temperatura y con un tiempo de 70 min de hidrólisis, las características que se obtuvo de esta pectina fueron de 11.23% de Metoxilos, 62.29% de grado de esterificación, 95,20% de ácido galacturónico, considerándose una pectina de alta pureza

(León y Riveros, 2014) en su tesis titulada “Extracción y caracterización química de las pectinas de las cáscaras del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, Var *Flavicarpa degener*), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) y tumbo serrano (*Passiflora millísima* H.B.K Bailey)” por la universidad nacional del callao, facultad de ingeniería química, escuela profesional de ingeniería química, para obtener el título de ingeniero químico; teniendo como objetivo general “Obtener pectina de la cáscara del maracuyá amarillo, granadilla y tumbo serrano por hidrólisis ácida con características en su contenido de metóxilo, ácido galacturónico y grado de esterificación que permita su utilización en la industria en sustitución de la pectina existente en el mercado”. Como resultados se obtuvo que con el maracuyá el tratamiento óptimo fue el tratamiento 7 que consiste en 2 de Ph, 95°C y 90 min de tiempo con un rendimiento de 21,18%, siendo las características de esta pectina: 9.72% de humedad, 1.02% de cenizas, 9.05% de Metoxilos 80.81% de ácido galacturónico y 63.59% de grado de esterificación. El tratamiento óptimo con la segunda materia prima, la granadilla, fue el tratamiento 7 que consiste en 2 de Ph, 95°C y 90 min de tiempo y el rendimiento fue de 12.60%, siendo las características de esta pectina: 10.29% de humedad, 1.68% de cenizas, 8.08% de Metoxilos, 79.69% de ácido galacturónico y 57.57% de grado de esterificación. El tratamiento óptimo con la tercera materia prima, el tumbo serrano, fue el tratamiento 7 que consiste en 2 de Ph, 95°C y 90 min de tiempo y el rendimiento fue de 16.06%, siendo las características de esta pectina: 9.95% de humedad, 1.09% de cenizas, 9.10% de Metoxilos, 76.47% de ácido galacturónico y 67.58% de grado de esterificación.

(Chávez, 2009) en su investigación titulada “Extracción de pectina a partir de cáscara de “naranja criolla (*Citrus aurantium L*)”, investigación publicada en la revista Investigaciones amazonenses de la universidad Nac. Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, investigación realizada con el objetivo “La extracción de pectina a partir de cáscara de “naranja criolla” (*Citrus aurantium L.*) Mediante el método de hidrólisis ácida. El autor realizó la investigación utilizando ácido clorhídrico como acidulante, a temperaturas de 60 °C a 90°C con una constante agitación, utilizando un pH de 2 y una temperatura de 90°C los cuales fueron las variables óptimas. Se tuvo como resultado que el rendimiento de la pectina obtenida a partir de naranja criolla fue de 15.6% con los parámetros óptimos los cuales fueron 2 de pH, 90°C y 60 min de tiempo de hidrólisis.

Vargas y Benites (2002) en su tesis titulada “Extracción de la pectina a partir de la cáscara de del camu-camu (*Myrciaria Dubia H.B.K. Mc Vaugh*)” Por la universidad nacional de ingeniería, facultad de ingeniería química y manufacturera, escuela profesional de ingeniería química, para obtener el título de ingeniero químico, teniendo como objetivo “Buscar aprovechar la cáscara de camu-camu para elaborar pectina mediante el método de hidrólisis ácida”. Se tuvo como resultado que el mayor rendimiento de la pectina obtenida fue de 2% con los siguientes parámetros temperatura: 65°C, tiempo: 45min y pH 1.8-2. Se obtuvo también la caracterización de la pectina teniendo como resultados: humedad 8%, cenizas 4.1%, el porcentaje de Metoxilos fue de 9.93%, 66% fue el grado de esterificación y de ácido galacturónico se obtuvo un porcentaje de 85.42%, además el autor desarrolló un análisis microbiológico donde se obtuvieron los siguientes resultados 10 UFC/gr de microorganismos aerobios mesófilos viables y 4.8×10^2 UFC/gr de hongos y levaduras.

(Duran y Honores, 2012) en su investigación titulada “Obtención y caracterización de pectina en polvo a partir de cáscara de maracuyá (*Passiflora Edulis*)” por la Escuela superior politécnica del litoral, facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción, escuela profesional de ingeniería de alimentos, para obtener el título profesional de ingenieras de alimentos, investigación que se hizo con el objetivo “el aprovechamiento de los residuos provenientes de las industrias que procesan maracuyá, mediante lo cual se obtuvo pectina con propiedades tecnológicas similares a las existentes en el mercado” , como resultados obtuvo que el mejor tratamiento consistía de ácido cítrico a 98°C, 2 de pH y 60 minutos de hidrólisis, las características de la pectina

obtenidas con este tratamiento son 4.7% de Humedad, 1.5% de cenizas y 68.18% de grado de esterificación

(**Cabarcas y otros, 2012**) en su tesis titulada “Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción” por la universidad de Cartagena, facultad de ingeniería, programa de ingeniería química, para obtener el título de ingeniería química; teniendo como objetivo general “Extraer y caracterizar la pectina a partir de la cáscara de plátano dominico-hartón (*Musa AAB Simmonds*), con el fin de proponer un diseño general para su proceso de obtención”. En la investigación se obtuvieron resultados tales como el rendimiento el cual varía entre un rango de 7.53% y 23.06%, el mayor rendimiento se obtuvo con los siguientes parámetros: temperatura 80°C, pH 1.5 y 60 min de tiempo de hidrólisis, la humedad de las muestras varían entre 1% y 12%, mientras que el rango de las cenizas oscilaron entre 0.9 al 3.5%, por otro lado se obtuvo un rango de 75% al 95% de esterificación y por último el contenido de Metoxilos varía entre 1.789% y 6.882%.

(**Curbelo y otros, 2016**) en su investigación “Hidrólisis ácida del bagazo de aloe vera (Sábila) para la obtención de pectina”, investigación publicada en la revista “Centro Azúcar” de la universidad Marta Abreu en Cuba en el año 2017, el objetivo de esta investigación fue “La obtención y caracterización de la pectina del bagazo de Aloe vera, para de esta forma minimizar el impacto medioambiental generado en el procesamiento de la hoja”. Entre los resultados se obtuvo que el mayor rendimiento fue de 11.45% obteniéndose este rendimiento con el siguiente tratamiento: 1.5 pH, 90°C de temperatura y 60 min de tiempo de hidrólisis. Con lo que respecta al a caracterización de pectina se obtuvo un grado de esterificación de 61.53%, 14.88% de Metoxilos y 68.64% de ácido galacturónico

(**Barreto y otros, 2017**) en su investigación “Extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica L.*)” publicada por la revista “Temas agrarios” de la universidad de córdoba en Colombia en el año 2017, teniendo como objetivo “extraer y caracterizar pectina obtenida de la cáscara de mango de azúcar maduro”. Se concluyó en la investigación que las mejores condiciones para extraer la pectina fue de pH 1, tiempo 60 min y una temperatura de 100°C, con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 15.257%. Por otro lado, la caracterización de la pectina obtenida fue la siguiente: 11.80%

de Metoxilos, 81.69% de grado de esterificación, 82,38% de ácido galacturónico finalmente el porcentaje de humedad y cenizas fueron de 4.51% y 1.35%

1.2. Teorías relacionadas al tema

1.2.1. Línea de producción

La línea de producción es un grupo organizado de operaciones los cuales se ayudan en subsistemas neumáticos, mecánicos, electrónicos, etc con el objetivo común de transformar una materia prima en un producto terminado diferente a la inicial. Por otro lado, Según el profesor (Groover, 2007) establece que las líneas de producción son una parte fundamental en los sistemas de manufactura cuando se van a fabricar lotes de gran tamaño de productos similares o idénticos. En las líneas de producción el trabajo es dividido en tareas más pequeñas o también llamado operaciones a las cuales se les asignan trabajadores especializados o máquinas con la finalidad de realizar estas operaciones con eficiencia.

1.2.2. Uva “Vitis Vinifer”

Según el (ministerio de agricultura, 2010) dice que “la uva o grano de uva es el nombre que recibe el fruto que crece formando racimos de la vid común o vid europea, Pertenece al género Vitis de la familia de las Vitáceas que incluye unas 600 especies”. El (ministerio de agricultura, 2010) también nos dice que “Por lo general trepadores y producen frutos en baya y que requiere de en un clima tropical o sub-tropical en temperatura que van entre 7° a 24° C y humedad relativa con rango entre 70% a 80%, no obstante se adapta a muy variados climas, sin embargo no prospera bien en climas con veranos húmedos, debido a su gran susceptibilidad a enfermedades criptogámicas (hongos)”. El fruto obtenido tiende a tener entre 2 a 4 pepas en el interior. Normalmente se usa para realizar productos como vinagre, mosto o vino.

Los consumidores tienen un acceso muy fácil de este fruto, debido a que se puede conseguir esta fruta casi todo el año, con un precio relativamente barato. Teniendo además de un buen sabor un gran valor alimenticio, conteniendo componentes como potasio, magnesio, vitaminas A y B6, fibra, entre otros, que son razón para que la gente la consuma comúnmente

1.2.3. Disponibilidad de la uva

(Linares y otros, 2015) manifiesta que “El Perú produce uva durante todo el año, esto permite abastecer la cantidad demandada de este cultivo a nivel mundial durante el periodo

de baja producción por parte de los principales exportadores y consumidores de uva, sobre todo durante el periodo de diciembre a marzo, debido a que es durante esta época en donde los principales mercados mundiales carecen mayoritariamente de este producto”. En el Perú el periodo de temporada alta es entre enero a marzo según el cuadro en el anexo 6.9

1.2.4. Uva Red Globe

Según (Linares y otros, 2015) la uva Red Globe es una variedad de la “Vitis Vinifer” que “Se caracteriza por poseer un aspecto muy atractivo ya que es de color rojo oscuro brillante. Sus bayas son de tamaño grande, además su pulpa tiene un sabor dulce y agradable”. Esta variedad de uva representa el 75% de los cultivos de uva en el Perú, convirtiéndose en la variedad con más producción y más vendida en el mercado interno y externo.

1.2.5. Características nutricionales de la Uva Red Globe

Según el portal de la empresa (Navarrofruits, 2016) en su resultado que obtuvo en el análisis nutricional de la uva red globe fue el que se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro n° 1 Características nutricionales de la uva red Globe en 138gr

Detalle	Resultado
Calorías	90
Grasas (gr)	1
Carbohidratos (gr)	24
Fibra (gr)	1
Azúcar (gr)	23
Proteínas (gr)	1
Vitamina A (%)	2
Vitamina C (%)	25
Calcio (%)	2
Hierro (%)	2

Fuente: Chagra y otros, 2007

1.2.6. Estado de la uva en el Perú

La uva en el Perú es una de las frutas más aprovechadas y cultivadas. Según el ministerio de agricultura (2017) dice que en el 2016 hubo 27948 hectáreas de superficie cosechada obteniéndose una producción agrícola de 689.96 miles de toneladas de esta fruta dando un rendimiento promedio de 25 toneladas de uvas por cada hectárea donde se cultiva este producto, además este anuario proporciona la tasa de crecimiento la producción y rendimiento agrícola de este producto desde el 2012 hasta el 2016 el cual es de 18% y 9% respectivamente entre estos años

A nivel de regiones el anuario informa que Piura es la segunda región donde se obtuvo una mayor superficie cosechada (ha) en el 2016 siendo 5809 hectáreas cosechadas pero en esta región es donde hubo la mayor producción de uva siendo de 278.37 miles toneladas dando un rendimiento de 48 toneladas por hectárea, el precio de venta en ese año por tonelada fue de 2575 dólares por tonelada, el segundo productor de uva fue Ica con 11150 hectáreas cosechadas con una producción de 224,67 miles de toneladas dando un rendimiento de 20 toneladas por hectárea, Lima y Arequipa completan el ranking de los productores de uva en el Perú con 72773 y 25287 toneladas de uva producidos (ministerio de agricultura,2017)

1.2.7. Uva de descarte

Según (Linares y otros, 2015) dice que el descarte de producción de uva es “la uva cosechada que no cumple con los requisitos para la exportación”. Además comenta que “Generalmente, un porcentaje aproximado de 50% de esta uva se vende al por menor en los mercados, y el otro que queda para la producción de pasas”. Para determinar si la Uva cumple con la calidad de exportación o pasa a ser de descarte se tienen en cuenta las características determinadas en el anexo 6.10

A nivel regional según De la piedra y otros tomado de (Linares y otros, 2015) explica que “el volumen de uva de descarte puede aumentar proporcionalmente al volumen de producción general de uva”. Sin embargo, es bien cierto que los productores de uva buscarán reducir la cantidad de descarte al valor mínimo. También comenta que en “Años anteriores al 2012, la uva de descarte ha sido en promedio entre el 12%, sin embargo, respecto a los volúmenes de producción, este dato cambia. Para el 2013 se estima que un 22% de la producción anual sería uva de descarte y se estima que dentro de 5 años esta tendencia sea la misma en cuanto al crecimiento”.

1.2.8. Pectina

(Girbes y Jiménez, 2013) dicen que “las pectinas son polisacáridos de origen vegetal presentes en las paredes celulares de todas las plantas. Comercialmente se utilizan las pieles de naranjas, limones y manzanas por su riqueza en pectinas y disponibilidad. La extracción se realiza en caliente y con soluciones ácidas”.

Según (Torres y otros, 2014) dicen que “La pectina cítrica es un polisacárido natural utilizado como agente espesante, gelificante y estabilizante coloidal de importancia en la industria farmacéutica, biotecnológica y alimenticia”

1.2.9. Clasificación de la pectina

- **Pectina de metoxilo alto (HM):** Según (Cabarcas y otros, 2012) tomado de RANKES (1984) manifiesta que las pectinas HM son “aquellas en las cuales más del 50% de los grupos carboxilos del ácido galacturónico del polímero se encuentra esterificado con metanol. El grado de esterificación de las pectinas de alto metóxilo influye mucho sobre propiedades, en particular, a mayor grado de esterificación, mayor es la temperatura de gelificación. Estas pectinas son capaces de formar geles en condiciones de pH entre 2.8 y 3.5 y un contenido de solidos solubles entre 60% y 70%”. También dicen que “Las pectinas de alto metoxilo pueden subdividirse en 2 grupos: las de gelificación rápida (Rapidset), o sea menor a 5 minutos y tiene un grado de esterificación con metanol mayor al 68%. El otro grupo es de gelificación lenta (Slowset) es decir gelifican después de 5 minutos y tienen entre 60% y 68% de esterificación con metanol”
- **Pectinas de metoxilo bajo (LM):** Según (Cabarcas y otros, 2012) tomado de HUI (1996) dice que las pectinas LM “Son aquellas en las cuales menos del 50% de los grupos hidroxilo están esterificados con metanol. Para la formación del gel requieren la presencia de cationes, divalentes, generalmente se emplea calcio. En este caso la formación del gel ocurre por la formación de enlaces de dichos cationes con moléculas de pectina, formando una red tridimensional con los grupos carboxilo de esta”. Además manifiesta que “Los geles se pueden obtener entre pH 1 a 7; el pH no afecta la textura del gel ni el intervalo de sólidos solubles y puede fluctuar entre 0 y 80%, pero la presencia de calcio (40 a 100mg) es el factor predominante en la formación del gel”.

1.2.10. Método para obtener pectina

- Método Hidrólisis ácida y precipitación alcohólica

Según (Bogdanoff, 2015) describe la hidrólisis ácida “El método usual de extracción que consiste en una solución caliente y diluida de un ácido altamente disociado que transforma la protopectina, que se encuentra en el vegetal viviente y la cual no es soluble en agua, en pectina soluble en agua. Los parámetros que determinan la eficiencia de extracción son pH, temperatura y duración del proceso”.

Según (Devia, 2003) señala que “Con el propósito de hacer más eficiente el proceso de extracción es necesario inactivar las enzimas pécticas, poniendo la materia prima en agua y

calentando hasta ebullición, lo cual contribuye a eliminar suciedades o microorganismos presentes en la materia prima. La solución heterogénea se decanta el agua y la materia prima queda lista para la hidrólisis”.

Según (Devia, 2003) dice que para realizar la hidrólisis “Se agrega la misma cantidad de agua a la materia prima y a esta mezcla se le agrega, ácido sulfúrico, ácido nítrico o preferiblemente ácido clorhídrico o cítrico hasta obtener un pH entre 1.5 y 3.

Según (Duran y Honores, 2012) dicen que “Las temperaturas mayores a 98°C y tiempos de hidrólisis mayores a 90 minutos influye negativamente en los resultados finales, puesto que la pectina se desnaturaliza”, (Chávez, 2009) también confirma esto, él en su investigación obtuvo el mejor rendimiento a 90°C y advirtió que no se debe usar mayor temperatura debido a que reduce el rendimiento, es por ello que en esta investigación se usaron 2 temperaturas tomando como referencia los 90°C de (Chávez, 2009) y una temperatura adicional que tendrá un intervalo de 15°C la cual será 75°C, además según (Devia, 2003) dice que “Debe mantenerse agitación permanente para evitar que el material sólido se deposite en el fondo del tanque de hidrólisis”.

Según investigaciones anteriores como la de (Duran y Honores, 2012) ha demostrado que el tiempo más eficiente para el método de hidrólisis ácida con ácido cítrico es de 60 min, dice también que a tiempos mayores a 90 min influyen de forma negativa debido a que las sustancias pécticas se degradan por hidrólisis excesiva y por el tiempo de exposición a la temperatura, pero si se realiza a menor tiempo la hidrólisis quedaría incompleta, es por ello que se tomó este tiempo como constante para realizar la pectina en esta investigación.

(Devia, 2003) recomienda que “En la etapa de precipitación de las pectinas se pueden emplear sales o alcoholes. Se prefieren estos últimos porque como las pectinas se usan en la industria de los alimentos se deben evitar residuos, mientras que con las sales es necesario un lavado muy cuidadoso para retirar todo residuo. También manifiesta “Los ensayos en el laboratorio se realizaron con etanol puro, comercial, metanol e isopropanol y sales de aluminio. Como resultado se observó que no hay mayores diferencias en el rendimiento obtenido”, es por eso que se ha decidido usar etanol comercial para esta investigación. Por otro lado según Rojas y otros (2008) tomado de (Baltazar y otros, 2013) dice que según teoría es recomendable realizar ensayos con una cantidad de alcohol al 80% de la solución a la cual se le va a realizar el precipitado, pero él en su investigación logró

demostrar que al reducir la cantidad de alcohol al 60% de la solución no se ve afectado el rendimiento además que se reducen los costos notablemente.

1.2.11. Caracterización de la pectina

Según el (CEDEVI, 2010) define caracterización a un tipo de descripción ya sea cualitativa o cuantitativa con el fin de ahondar en el conocimiento sobre algo determinando sus compuestos, aspectos y propiedades.

Según (Nizama, 2015) dice que el ácido galacturónico “Sirve para definir la pureza del precipitado y comprobar que el producto es una pectina, puesto que este, es un polímero de ácido galacturónico. Si el contenido de ácido galacturónico está por debajo de aprox. 70% indica la presencia de ácido no urónico y si la pectina tiene más de 74% de ácido galacturónico es considerado de alta pureza”

Según Puerta (1996) citado por (Nizama, 2015) dice que es recomendable tener un producto con una humedad baja para así cerciorarse que la conservación de la pectina será buena, se recomienda una humedad no mayor a 12%. (Nizama, 2015) también asevera que si la pectina es de bajo metoxilo (menos de 7% de porcentaje de Metoxilos) será necesaria la utilización de calcio u otros tipos de iones polivalentes que aumenten la viscosidad de la solución

(Nizama, 2015) indica que el porcentaje de Metoxilos, tiene influencia en la propiedad de formación de geles de la pectina. Por otro lado Calderón (2011) citado por (León y Riveros, 2014) dice que el grado de Metoxilos es importante si queremos hacer una estimación de cómo se va a comportar la pectina a la hora de formar geles ya que influye en su velocidad de dispersión en el agua, en el tiempo que toma para gelificar y su capacidad formadora de geles. Se dice que una pectina es íntegramente metoxilada cuando tiene un porcentaje de Metoxilos de 16.32% pero es algo que no se ha logrado obtener hasta ahora, si el porcentaje de Metoxilos supera el 7% se denomina de alta metoxilación y si es inferior a esa cantidad, se denomina de baja metoxilación.

Según (Nizama, 2015) sacado de (Joseph et al, citado por Puerta, 1996) indica que el grado de esterificación hace referencia a la cantidad en porcentaje de grupos carboxil que han sufrido esterificación con alcohol, esta cantidad. Es importante conocer este parámetro puesto que permite saber un aproximado del comportamiento de la pectina al momento de la formación de geles.

Para la caracterización de la pectina se tomaron en cuenta los parámetros dados en la norma E 440(i) pectin emitida por la EU (European union), FAO (Food and Agriculture Organization) y la FCC (Food Chemicals Codex) las cuales se encuentran en el siguiente cuadro

Cuadro n° 2 Características fisicoquímicos de la pectina

Especificación	Cantidad
Humedad	Máx. 12%
Total ácido galacturónico	Min. 65%
% Cenizas	Máx. 10%
% Metoxilos	Min. 6.7%
% Grado de esterificación	50% Min (HM)
Microorganismos aerobios Mesófilos viables	Máx. 5×10^2 UFC/g
Mohos y Levaduras	Máx. 10^2 UFC/g

Fuente: FAO, FCC, EU, 1981 Tomado de Herbstreith & Fox, 2016

1.2.12. Características de pectina comercial

Se ha realizado la caracterización fisicoquímica de pectina de la marca GUINAMA teniendo un precio de S/ 132 (Mercado libre, 2018) y cuyo informe de evaluación se encuentra en el anexo 6.10 y su resumen del informe se detalla en el cuadro siguiente.

Cuadro n° 3 Caracterización de pectina comercial

Características	Unidades	Resultados
Humedad	%	8.20
Cenizas totales	%	4.29
Acido galacturónico	%	94.63
Grado de esterificación	%	88.82
Metoxilos	%	15.80

Fuente: Informe de análisis n°703-CP-D.A.I.Q.-UNP, 2018

1.3. Formulación de problema.

1.3.1. Pregunta general.

¿Será posible la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?

1.3.2. Preguntas específicas.

¿Será posible elaborar pectina a partir de uva RED GLOBE de descarte utilizando el método de hidrólisis ácida a diferentes niveles de pH y Temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?

¿Será posible describir la línea de producción de pectina y los costos a nivel laboratorio en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?

¿Cuáles serán las características Físico-Químicas de la pectina a diferentes niveles de pH y temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida según norma europea E-440 (i)?

¿Será posible realizar un análisis estadístico para determinar la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?

¿Cuáles serán las características Microbiológicas de la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida según norma europea E-440 (i)?

1.4. Justificación del estudio

Justificación técnica, En la región Piura existen industrias que necesitan de la pectina para realizar sus procesos, industrias como las productoras de pulpa o conservas de frutas, pero en la región no existen empresas que produzcan pectina, lo que conlleva a que los empresarios tengan que comprar este sub-producto en otras ciudades del país como Trujillo o Lima aumentando los costos de producción, además la falta de empresas productoras de pectina evitan también que se aprovechen recursos que se encuentran en la región para elaborar este sub-producto, es por ello que el presente trabajo pretende fabricar pectina a partir de la uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte y así establecer un punto de partida para generar una nueva industria que le dé una alternativa de abastecimiento a las industrias alimentarias en la región y que además permita aprovechar la uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte como materia prima para elaborar este sub-producto.

Justificación práctica, Se busca aprovechar la uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte que se genera en la región Piura como materia prima para la producción de pectina y así diversificar el catálogo de sub-productos que se elaboran a partir de esta fruta, también se busca generar con esta investigación más conocimiento técnico-científico sobre el método de hidrólisis ácida en la obtención de pectina de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte el cual sería una materia prima diferente a las materias primas

tradicionales que se usan para obtener pectina las cuales son generalmente la manzana o frutas cítricas .

Justificación metodológica, la presente investigación abre una nueva línea de investigación de un nuevo producto que servirá para proyectos futuros que busquen impulsar la elaboración de sub-productos a base de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte en el norte peruano específicamente en la región Piura

Justificación social, La creación de un nuevo producto como la pectina sería un punto de partida para la generación de una nueva industria en la región y esto permitirá originar más oportunidades de trabajo, desarrollo y la mejora de la calidad de vida de las personas que estarán inmersas en esta nueva industria.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general.

Es posible caracterizar pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida que arroja resultados estándar según la norma europea E 440 (i).

1.5.2. Hipótesis específica.

Es posible elaborar pectina a partir de uva RED GLOBE de descarte utilizando el método de hidrólisis ácida a diferentes niveles de pH y Temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida que demuestra que el método utilizado es apropiado para obtener pectina.

Es posible describir la línea de producción de pectina y los costos a nivel laboratorio en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida que manifiesta el número de operaciones utilizadas y los gastos realizados para obtener pectina.

Las características Físico-Químicas a diferentes niveles de pH y temperaturas en la caracterización de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida arrojan óptimos resultados según norma europea E-440 (i).

Es posible realizar un análisis estadístico para determinar la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida que demuestra estadísticamente el cumplimiento de la norma E-440 (i).

Las características Microbiológicas de la mejor muestra conseguida en la caracterización de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida arrojan óptimos resultados según norma europea E-440 (i).

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Caracterizar pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante hidrólisis ácida.

1.6.2. Objetivo específico

Elaborar pectina a partir de uva RED GLOBE de descarte utilizando el método de hidrólisis ácida a diferentes niveles de pH y Temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida.

Describir la línea de producción de pectina y los costos a nivel laboratorio en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida.

Determinar las características Físico-Químicas de la pectina para los diferentes niveles de pH y temperaturas en la caracterización de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida.

Realizar un análisis estadístico para determinar la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida.

Determinar las características microbiológicas de la mejor muestra conseguida en la caracterización de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

La presente investigación utilizó el diseño experimental puro, donde se estudió a la variable independiente (método de hidrólisis ácida) y la dependiente (caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte) con la finalidad de encontrar la interacción que hay entre ellas

Según (Hernández y otros, 2010) los experimentos “puros” son los que tienen dos requisitos para obtener el control y la validez interna: (1) grupos de comparación (manipulación de la variable independiente), (2) equivalencia entre los grupos

2.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación fue del tipo experimental, transversal y cuantitativa, Según (Hernández y otros, 2010) es experimental debido a que el investigador pretende establecer el posible efecto de una variable (independiente) que se manipula, transversal porque según (Hernández y otros, 2010) se recolectan los datos en un periodo único, o en un único tiempo y cuantitativa porque según (Hernández y otros, 2010) se recolectan los datos para probar hipótesis haciendo uso de la medición numérica y el análisis estadístico. La investigación realizada obtuvo resultados mediante la experimentación, los datos se obtuvieron en un tiempo determinado y se hizo uso de la estadística para analizar los datos obtenidos.

2.1.2. Factores y Niveles

Cuadro n° 4 Factores y Niveles

Factores	Niveles	Clave
pH	1.5 U. de pH.	P ₁
	2 U. de pH.	P ₂
	2.5 U. de pH.	P ₃
	3 U. de pH.	P ₄
Temperatura	75 °C	C ₁
	90 °C	C ₂

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.1.3. Tratamientos

Cuadro n° 5 Tratamientos

pH	Temperatura	Tratamientos
P ₁	C ₁	T ₁
P ₁	C ₂	T ₂
P ₂	C ₁	T ₃
P ₂	C ₂	T ₄
P ₃	C ₁	T ₅
P ₃	C ₂	T ₆
P ₄	C ₁	T ₇
P ₄	C ₂	T ₈

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Modelo aditivo bifactorial

Se usó el modelo aditivo bifactorial bloques completamente aleatorios de cuatro por dos, cada bloque contó con sus respectivos tratamientos y se realizó un análisis de varianza (ANVA) y Duncan a los tratamientos para determinar el mejor.

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \theta_j + \alpha\theta_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

X_{ijk} = Observaciones experimentales

μ = Media poblacional

α_i = Efecto de la temperatura

θ_j = Efecto del pH

$\alpha\theta_{ij}$ = Interacción de diferentes Temperaturas y pH

β_k = Efecto de bloques

ε_{ijk} = Error experimental

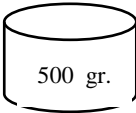
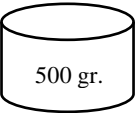
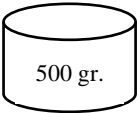


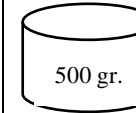
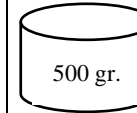
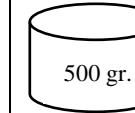
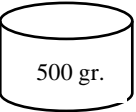
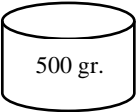
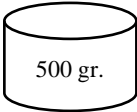
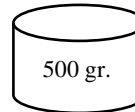


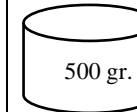
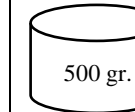

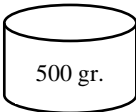
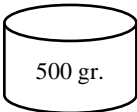


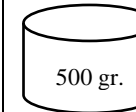

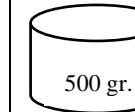
i = Temperatura (°C)

j = pH (U. de pH)

k = Número de bloques

2.1.4. Distribución de los tratamientos en bloques

Cuadro n° 6 Distribución de tratamientos en bloques completamente al azar

BLOQUES	TRATAMIENTOS							
I	T ₆	T ₁	T ₅	T ₄	T ₈	T ₂	T ₇	T ₃
	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.
II	T ₄	T ₈	T ₅	T ₁	T ₆	T ₇	T ₃	T ₂
	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.
III	T ₁	T ₃	T ₇	T ₂	T ₈	T ₄	T ₅	T ₆
	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.	 500 gr.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.2. Variables, operacionalización

Cuadro n° 7 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Método de hidrólisis ácida (INDEPENDIENTE)	“El método usual de extracción que consiste en una solución caliente y diluida de un ácido altamente disociado que transforma la protopectina, que se encuentra en el vegetal vivo y la cual no es soluble en agua, en pectina soluble en agua. Los parámetros que determinan la eficiencia de extracción son pH, temperatura y duración del proceso” (Bogdanoff, 2015) en la región Piura.	Determinantes de elaboración	Se realizó tratamientos usando 4 niveles de pH los cuales son 1.5, 2, 2.5 y 3 en 500gr. de uva de descarte; se hizo uso de ácido cítrico como acidulante para regular los pH de los tratamientos hasta alcanzar los valores indicados, se controló con la ayuda de medidores de pH y finalmente se determinó la más adecuada.	Nivel de pH: 1.5, 2, 2.5 y 3 unidades de pH en 500 gr de uva de descarte	De Razón
			Se realizó tratamientos usando 2 valores de temperatura los cuales son 75°C y 90°C en 500 gr. De uva de descarte; se usó una estufa para realizar el calentamiento y alcanzar las temperaturas indicadas de los tratamientos, se controló con la ayuda de termómetro y finalmente se determinó la más adecuada.	Nivel de Temperatura: 75 y 90 °C en 500 gr. de uva de descarte	Intervalo
		Línea de producción	Se realizó una descripción de todas las operaciones usadas para elaborar la pectina, para eso se ha desarrollado un diagrama de operaciones (DOP) donde se ha plasmado el flujo que tiene la línea de producción y las características de cada operación utilizada	N° de Actividades	Nominal
			Se realizó un análisis de costos de todos los insumos utilizados en la elaboración de pectina, para ello se ha desarrollado un registro de costos donde están plasmado los insumos y los gastos generados	Costos	De Razón
Caracterización de pectina a partir de la uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte (DEPENDIENTE)	“(…) Descripción cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento (...) de los componentes, u otros aspectos” (CEDEVI,2010) de “aquellos polisacáridos de origen vegetal que se encuentran ubicados en las paredes celulares de las plantas” (Girbes y Jiménez, 2013) obtenidas a partir de “una variedad de la “Vitis Vinífera” que se caracteriza por poseer un aspecto muy atractivo ya que es de color rojo oscuro brillante” (Linares y otros, 2015) que “(…) no cumple requisitos de calidad para ser exportado.”(Linares y otros, 2015) en la Región Piura.	Características Físicoquímicas	Se realizó evaluaciones físico-químicas de laboratorio a las muestras de pectina, Se tomó en cuenta los parámetros dados por la norma E-440(i), se utilizaron los métodos de la U.S Pharmacopeia (2005) para determinar el % Ácido galacturónico, % Grado de esterificación y % Metoxilos; se usó el método de desecación por estufa para determinar el % Humedad y método gravimétrico para % Cenizas	%Humedad %Cenizas % Ácido galacturónico % Metoxilos % Grado de esterificación	De Razón
		Determinante de tratamiento óptimo	Se determinó el tratamiento que tenga características físico-químicas óptimas, para ello se realizó un análisis de varianza mediante un programa estadístico a los datos obtenidos de la caracterización físico-química para determinar el coeficiente de varianza para luego realizar un análisis Duncan que arrojó los valores óptimos.	Coeficiente de varianza (%)	De Razón
		Características Microbiológicas	Se realizó la evaluación microbiológica a la muestra que tenga mejor cumplimiento de las características físico-químicas. Para ello se tomaron en cuenta los parámetros dados por la norma E-440(i) y se utilizó el método de recuento en placa para determinar la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos viables además de mohos y levaduras	Microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/g)	De Razón
				Mohos y levaduras (UFC/g)	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3. Población, muestra y muestreo

Cuadro n° 8 Población, muestra y muestreo

INDICADOR	UNIDAD DE ANÁLISIS	POBLACIÓN	MUESTRA	MUESTREO
Nivel de pH	Tratamientos	24	-	-
Nivel de Temperatura	Tratamientos	24	-	-
N° de operaciones	Proceso	1	-	-
Costos	Proceso	1	-	-
%Humedad	Muestras de pectina	24	-	-
%Cenizas	Muestras de pectina	24	-	-
%Ácido galacturónico	Muestras de pectina	24	-	-
%Metoxilos	Muestras de pectina	24	-	-
%Grado de esterificación	Muestras de pectina	24	-	-
Coefficiente de varianza (%)	Registro de evaluación fisicoquímica	1	-	-
Microrganismos aerobios mesófilos viables (UFC/g)	Muestras de pectina	24	1	Muestreo por juicio
Mohos y levaduras (UFC/g)	Muestras de pectina	24	1	Muestreo por juicio

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro 8 se aprecian los distintos indicadores y población que cada uno tiene. Para los indicadores Nivel de pH y Nivel de temperatura la población es de 24 tratamientos, para el indicador N° de operaciones la población es de 1, para el indicador Costos la población es de uno, para los indicadores %Humedad, %Cenizas, %Ácido galacturónico, %Metoxilos y % Grado de esterificación hubo una población de 24 muestras de pectina. Para el indicador %de varianza hubo una población de sólo 1 registro de evaluación fisicoquímica. Para los dos últimos indicadores la población es de 24 muestras de pectina y la muestra estuvo conformada por 1, esta muestra fue obtenida mediante un muestreo no probabilístico por juicio dado que con base al juicio del investigador y el asesor especialista sólo se trabajó con la muestra que tenga estadísticamente mejores características físico-químicas. Para ello el indicador coeficiente de variación y el análisis Duncan fue fundamental para escoger a la muestra con mejores características físico-químicas.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Cuadro n° 9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

INDICADOR	UNIDAD DE ANÁLISIS	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Nivel de pH	Tratamientos	Observación experimental	Registro de control de pH y Temperaturas (Anexo 3.1)
Nivel de temperatura	Tratamientos		
N° de operaciones	Proceso	Observación	Diagrama de Operaciones (Anexo 6.2)
Costos	Proceso		Registro de control de costos (anexo 3.3)
%Humedad	Muestras de pectina	Observación experimental	Registro de evaluación fisicoquímica (Anexo 3.2)
%Cenizas	Muestras de pectina		
%Ácido galacturónico	Muestras de pectina		
%Metoxilos	Muestras de pectina		
%Grado de esterificación	Muestras de pectina		
Coefficiente de varianza (%)	Registro de evaluación fisicoquímica	Análisis documental	Informe de resultados de análisis estadístico (Anexo 6.8)
Microrganismos aerobios mesófilos viables (UFC/g)	Muestras de pectina	Observación experimental	Informe de Resultados del análisis microbiológico (Anexo 6.9)
Mohos y levaduras (UFC/g)	Muestras de pectina		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.4.2. Validez y Confiabilidad

La validez fue acreditada mediante la firma de constancias (Anexo 4.1 y 4.2) por 02 expertos entendidos en la materia quienes acreditaron la idoneidad de los instrumentos que recopilan los datos para el estudio. La confiabilidad de los instrumentos no aplica, ya que para la obtención de los datos se usó métodos estudiados, estandarizados y validados por entidades como la U.S. Pharmacopeia u otros métodos usados comúnmente que siempre han demostrado su confiabilidad a la hora de entregar datos

2.5. Método de análisis de datos

Los datos recolectados se analizaron a través de un programa estadístico llamado SPSS y luego se elaboraron tablas que permitirán entender de una forma simple los datos obtenidos. En un programa estadístico se desarrolló un ANVA y Duncan, que dio la varianza de las distintas características, donde se necesita, que al menos tenga dos bloques distintos para el análisis, a continuación se plasma el cuadro donde se establecen los criterios que se toman en cuenta para realizar el análisis de varianza

Cuadro n° 10 Análisis de varianza

ANVA	GL	GL
Bloques	(r-1)	2
Tratamientos	(T-1)	7
Error experimental	(r-1)(T-1)	14
TOTAL		23

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Dónde:

- r = Bloques
- T = Tratamientos
- GL = Grados de libertad

2.6. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se realizó dentro del marco ético establecido por la universidad. Presenta datos auténticos y fuentes citadas confiables, también presenta respeto por el medio ambiente, la responsabilidad social y humanitaria. Además esta investigación se basa en la norma E-440 (i) Pectin la cual es dada por la FCC en cooperación con la FAO y EU, de esta manera el consumidor final se aseguraría que el producto cumple con los parámetros de calidad y con la inocuidad necesaria para no causarle algún daño en la salud.

III. RESULTADOS

3.1 Objetivo específico 1: “Elaborar pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte utilizando el método de hidrólisis ácida a diferentes niveles de pH y Temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida”

El método de ingeniería y el principio utilizado para obtener pectina, que es la hidrólisis ácida, está descrito en el anexo 5.1. En esta investigación se ha manipulado dos factores (pH y Temperatura), el registro de estos se encuentra en el anexo 6.1, con la finalidad de conocer la influencia de estos factores en las características y rendimientos del producto final dejando constante el factor Tiempo (60 minutos). El siguiente cuadro resume como se ha trabajado el método de hidrólisis ácida para obtener pectina en la investigación

Cuadro n° 11 Resumen de método de hidrólisis ácida

Bloque	Tratamiento	Materia P. de Ingreso	pH	Temperatura	Cantidad de producto final	Rendimiento
I	T ₁	500gr	1,5	75°C	18,27gr	3,654%
	T ₂	500gr	1,5	90°C	18,54gr	3,708%
	T ₃	500gr	2,0	75°C	18,46gr	3,692%
	T ₄	500gr	2,0	90°C	19,12gr	3,824%
	T ₅	500gr	2,5	75°C	22,47gr	4,494%
	T ₆	500gr	2,5	90°C	22,75gr	4,550%
	T ₇	500gr	3,0	75°C	19,34gr	3,868%
	T ₈	500gr	3,0	90°C	19,79gr	3,958%
II	T ₁	500gr	1,5	75°C	17,92gr	3,584%
	T ₂	500gr	1,5	90°C	18,31gr	3,662%
	T ₃	500gr	2,0	75°C	18,07gr	3,614%
	T ₄	500gr	2,0	90°C	18,23gr	3,646%
	T ₅	500gr	2,5	75°C	21,36gr	4,272%
	T ₆	500gr	2,5	90°C	21,78gr	4,356%
	T ₇	500gr	3,0	75°C	18,73gr	3,746%
	T ₈	500gr	3,0	90°C	19,22gr	3,844%
III	T ₁	500gr	1,5	75°C	18,14gr	3,628%
	T ₂	500gr	1,5	90°C	18,35gr	3,670%
	T ₃	500gr	2,0	75°C	18,58gr	3,716%
	T ₄	500gr	2,0	90°C	18,86gr	3,772%
	T ₅	500gr	2,5	75°C	22,13gr	4,426%
	T ₆	500gr	2,5	90°C	22,27gr	4,454%
	T ₇	500gr	3,0	75°C	19,17gr	3,834%
	T ₈	500gr	3,0	90°C	19,41gr	3,882%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro 11 se puede apreciar las variaciones que se le ha hecho al pH y Temperatura en la operación de hidrólisis ácida para obtener pectina, se puede apreciar también los rendimientos de los diferentes tratamientos donde se aprecia que el menor rendimiento fue del tratamiento 1 del bloque II con 3.584% y el mayor fue del tratamiento 6 del bloque I con 4.550%, finalmente se obtuvo un promedio de todos los rendimientos de 3.911% lo que equivale a 19.555 gr de producto final en promedio obtenido .

3.2 Objetivo específico 2 “Describir la línea de producción de pectina y los costos a nivel laboratorio en la caracterización de pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida”

Para la descripción de las operaciones se ha utilizado el método de registro del proceso llamado “diagrama de operaciones (DOP)” donde se establece el flujo del proceso y para determinar el costo se usó el método del costeo absorbente, ambos métodos de ingeniería son descritos en el anexo 5.2. En el anexo 6.2 se muestra el diagrama de flujo del proceso donde se muestra el flujo cronológico de las operaciones y a continuación se describen las operaciones del proceso y el costo generado.

Cuadro n° 12 Descripción de operaciones

Operación	Descripción
Pesado de materia prima	Esta operación se realizó de forma manual y se logró conocer la cantidad de materia prima que ingresó al proceso el cual fue de 500 gr por tratamiento, esta operación consiste en colocar la materia prima en un instrumento de medida de peso con la finalidad de controlar que el input de materia prima sea el correcto.
Lavado y desinfectado	La operación se realizó de forma manual y consiste en la eliminación, con la ayuda de agua y utilizando un depósito de tamaño regular, de residuos, tierra y partículas extrañas en la materia prima. Para la desinfección se utilizó una solución de 10ml de lejía por cada litro de agua. Finalmente se dejó escurrir y secar la fruta, en este punto la fruta ya estaba lista para la siguiente operación.
Inactivación enzimática (60°)	Esta operación consiste en detener la actividad enzimática natural en todo sistema orgánico, estas enzimas tienen la capacidad de degradar la materia prima y acelerar su maduración y putrefacción. La operación se hizo de forma manual y fue necesario el uso del calor, este calor se obtuvo del método de baño maría donde fue introducida la materia prima con agua dentro de un vaso de precipitado dejándose por 15 minutos a 60°C para asegurar que las enzimas detengan su actividad.
Colado	La operación de colado es una operación de separación líquido-sólido que fue realizado de forma manual y consiste en segregar el agua de la materia prima, esta operación se realiza haciendo uso del colador para la separación y se tomó muy en cuenta el cuidado de la materia prima para evitar la contaminación de esta.
Elaboración de mosto	La operación de elaboración de mosto se realizó de forma manual con la finalidad de obtener el jugo de la uva haciendo uso de una máquina trituradora, esto facilita la remoción de la celulosa presente en la fruta.
Prensado	La operación de Prensado es una operación de separación líquido-sólido que tiene como finalidad separar el mosto (que es rica en pectina) de los sólidos presentes, usando un material filtrante el cual es una malla y de forma manual se aplica presión para la separación.
Hidrólisis ácida	Es la operación principal para obtener un producto de calidad y con buen rendimiento al finalizar el proceso, en esta operación es necesario el control estricto del pH de extracción, tiempo de extracción y temperatura de extracción. La operación se realiza de forma manual con la ayuda de una máquina de baño maría donde se introdujo la solución acidulada (materia prima + agua acidulada (agua + ácido cítrico)) dentro de un vaso de precipitado. Esta operación tiene la finalidad de separar la protopectina presente en las paredes celulares de la materia prima y convertirlo en pectina haciendo uso de un acidulante como catalizador de la operación. Aquí es donde se realizan los experimentos variando los niveles de los factores pH y temperatura para conocer su influencia en el producto final.

Precipitado	La operación de precipitado de jugo péctico tiene como finalidad extraer la pectina que está suspendida en el jugo después de hidrolizarse. Esta operación se realiza de forma manual y consiste en añadir el 80% de la solución de alcohol etílico rectificado 96° al jugo péctico, se utiliza alcohol dado que tiene una capacidad de precipitar hasta un 90% de pectina suspendida y además puede ser recuperado con hasta un 3% de pérdida. Al agregarle el alcohol a la solución, las moléculas de pectina suspendidas en el jugo péctico se empezaron a aglutinar formando coágulos de mayor tamaño esto permitirá que el posterior filtrado sea más fácil de realizar.
Filtrado	El filtrado consiste en separar la pectina coagulada y aglutinada que está presente en el jugo péctico para ello se usa material filtrante, se hace de forma manual y se deja reposar hasta que segregan la mayor cantidad de líquido.
Lavado	La operación de lavado es realizado agregándose de forma manual 20% más de alcohol etílico rectificado 96° a la pectina coagulada con la finalidad de eliminar impurezas solubles que quedan de las operaciones anteriores.
Secado	La operación se realiza de forma manual y consiste en evaporar el agua presente en la pectina coagulada, para ello la pectina es llevada a un horno donde se deja a secar entre 3-4 horas a una temperatura de 55°C.
molienda	La operación se realiza de forma manual ayudado de un mortero con la finalidad de reducir el tamaño de las partículas de la masa sólida obtenida de la operación de secado, al finalizar esta operación se obtiene un polvo de partículas finas color marrón claro.
Envasado	La operación de envasado consiste en colocar el producto final en una tarrina circular de vidrio, con la finalidad de mantener el producto de una forma hermética para que pueda conservarse.
Almacenado	Esta operación logra mantener el producto final en condiciones adecuadas para evitar la rápida putrefacción de producto, para ello se debe tener en cuenta la humedad que contiene el producto, esta humedad ya está reglada y no debe sobrepasar ese parámetro.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro 12 se aprecia la descripción de las actividades y cómo se desarrollaron, además se puede conocer la cantidad de actividades realizadas que fueron 14 de las cuales 7 son operaciones, 6 son mixtas y 1 almacenamiento, todo esto se resume cronológicamente en el DOP del anexo 6.2

3.2.1. Costos generados en la producción de pectina a nivel laboratorio

Para realizar el análisis de costos generados en la línea de producción de pectina se ha tomado en cuenta los gastos por insumos y servicios directos que han sido utilizados en la fabricación, estos datos están detallados en el registro de control de costos ubicado en el anexo 6.3. En la siguiente tabla se resume los costos generados en el proceso.

Cuadro n° 13 Costos generados por todos los tratamientos

Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo (S/.)
Materia prima	15 Kg.	S/. 3/Kg.	S/. 45
Agua destilada	2 Bid.	S/.35/Bid.	S/. 70
Ácido cítrico	1 Kg.	S/ 30/Kg.	S/. 30
Alcohol etílico	20 Lts.	S/ 7/Lt.	S/. 140
Papel filtro	12 Unds.	S/. 5/Und.	S/. 60
Sub-total			S/.345
Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo (S/.)
Agua	0,24 m ³ .	S/. 1,7/ m ³	S/. 0,408
Energía	28,8 Kw.	S/. 0.6167/Kw.	S/. 17,761
Sub-total			S/. 18,169
Mano de obra	Cantidad	Costo unitario	Costo (S/.)
Trabajador	108 Hrs.	S/. 5,8125/Hr	S/.627,75
Sub-total			S/. 627,75
Costo total			S/. 990,919

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro 13 se describe los costos de insumos, mano de obra y servicios generados de los 24 tratamientos dando un total de S/. 990,919. Se ha tomado en cuenta sólo los insumos directos, los servicios y la mano de obra debido a que están en contacto directo con la línea de producción y sin ellos sería imposible obtener un producto final.

Cuadro n° 14 Costo por un tratamiento

Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo (S/.)
Materia prima	0,5 Kg	S/. 3/Kg	S/. 1,5
Agua destilada	0,053Bid.	S/.35/Bid	S/. 1,855
Ácido cítrico	0,02 Kg	S/ 30/Kg	S/. 0,60
Alcohol etílico	0,8 Lts	S/ 7/Lt	S/. 5,6
Papel filtro	0,5 Unds	S/. 5/Und	S/. 2,5
Sub-total			S/.12,055
Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo (S/.)
Agua	0,01 m ³	S/. 1,7/ m ³	S/. 0,017
Energía	1,2 Kw	S/. 0.6167/Kw	S/. 0,74
Sub-total			S/. 0,757
Mano de obra	Cantidad	Costo unitario	Costo (S/.)
Trabajador	4,5 Hrs	S/. 5,8125/Hr	S/.26,156
Sub-total			S/. 26,156
Costo total			S/. 38,968

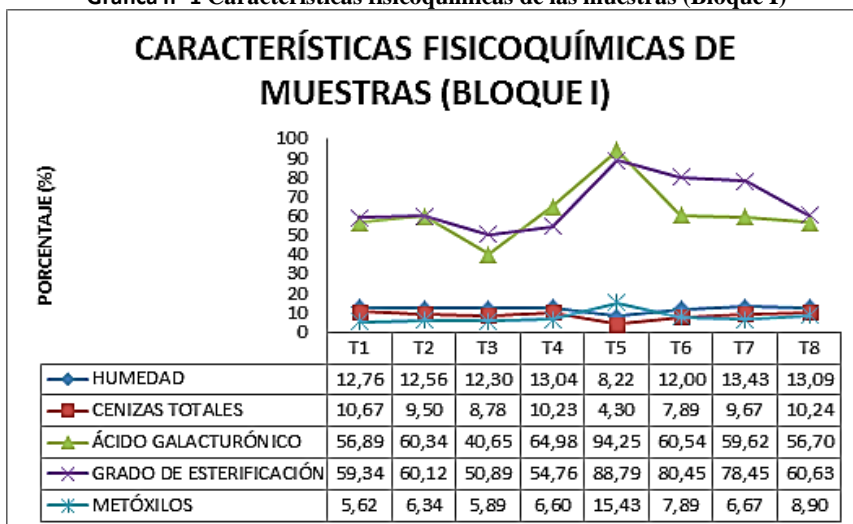
Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro 14 se aprecia el costo generado para producir a nivel laboratorio un promedio de 19.555gr. de pectina, gastándose aproximadamente S/.38.968 lo que da un total de S/.1992.94 de costo por cada kilo de pectina a producir, esto significa que no es un proceso rentable a nivel laboratorio teniendo en cuenta que precio el promedio de pectina comercial oscila entre S/. 130 y S/.140 por kilo (Mercado libre, 2018).

3.3. Objetivo específico 3: “Determinar las características Físico-Químicas de la pectina para los diferentes niveles de pH y temperaturas en la caracterización de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida”

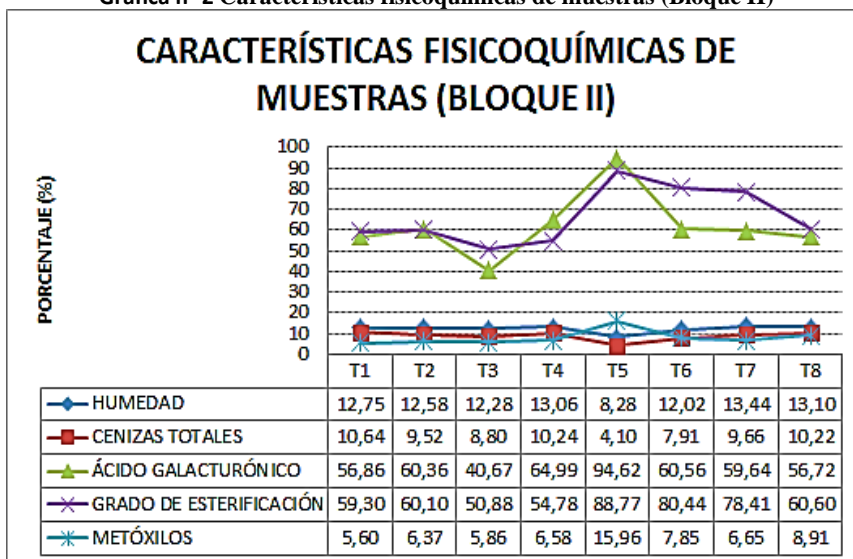
Se realizó la caracterización de las 24 muestras de pectina, aplicando los métodos de detallados en el anexo 5.3, en el laboratorio de ingeniería química de la Universidad Nacional de Piura. Los resultados fueron entregados en los informes de análisis N° 700-CP-D.A.I.Q.- UNP, N° 701-CP-D.A.I.Q.- UNP y N° 702-CP-D.A.I.Q.- UNP ubicados en los anexos 6.4, 6.5 y 6.6 y cuyos datos fueron debidamente registrados en la hoja de registro de evaluación fisicoquímica ubicado en el anexo 6.7. A continuación se plasman los cuadros resumiendo los resultados obtenidos.

Cuadro n° 15 Características fisicoquímicas de los tratamientos
Gráfica n° 1 Características fisicoquímicas de las muestras (Bloque I)



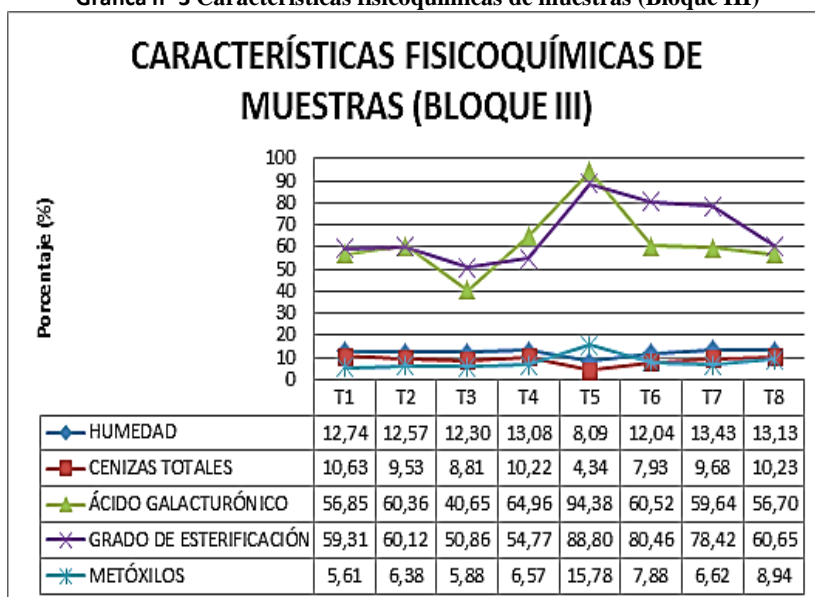
Fuente: análisis N° 700-CP-D.A.I.Q.- UNP

Gráfica n° 2 Características fisicoquímicas de muestras (Bloque II)



Fuente: análisis N° 701-CP-D.A.I.Q.- UNP

Gráfica n° 3 Características fisicoquímicas de muestras (Bloque III)



Fuente: análisis N° 702-CP-D.A.I.Q.-UNP

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En las gráficas n° 1, 2 y 3 del cuadro n° 15 se pueden apreciar los distintos resultados de las características fisicoquímica de los 8 tratamientos de los tres bloques. En el indicador humedad el T5 del bloque III obtuvo 8.09% siendo el menor valor de los 24 tratamientos y el T7 del bloque II 13.44% siendo el mayor de los 24 tratamientos; En el indicador Cenizas totales el T5 del bloque II obtuvo 4.10% siendo el menor de los 24 tratamientos y el T1 del bloque I 10.67% siendo el mayor de los 24 tratamientos; En el indicador A. galacturónico el T5 del bloque II obtuvo 94.62% siendo el mayor de los 24 tratamientos y el T3 del bloque I y III obtuvo 40.65% siendo el menor de los 24 tratamientos; En el indicador G. de esterificación el T5 del bloque III obtuvo 88.80% siendo el mayor de los 24 tratamientos y el T3 del bloque III obtuvo 50.86% siendo el menor de los 24 tratamientos; En el indicador Metóxilos el T5 del bloque II obtuvo 15.96% siendo el mayor de los 24 tratamientos y el T1 del bloque II obtuvo 5.60% siendo el menor de los 24 tratamientos

3.4. Objetivo específico 4: “Realizar un análisis estadístico para determinar la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida”

Los métodos estadísticos utilizados para desarrollar este objetivo están debidamente detallados en el anexo 5.4. Para determinar la mejor muestra obtenida se ha realizado un análisis de varianza y de Duncan cuyos resultados se encuentran en el anexo 6.8. A continuación se plasma la mejor muestra según los indicadores.

Cuadro n° 16 Resumen del análisis estadístico donde se plasman las muestras que mejor cumplen con la norma E440 (I)

TRATAMIENTO	N°	INDICADORES				
		Humedad	Cenizas totales	Acido Galacturónico	Grado de esterificación	Grado de metóxilos
1.5 U de pH con 75°C	3	12,750	10,647	56,867	59,317	5,610
1.5 U de pH con 90°C	3	12,570	9,517	60,353	60,113	6,363
2 U de pH con 75°C	3	12,293	8,797	40,657	50,877	5,877
2 U de pH con 90°C	3	13,060	10,230	64,977	54,770	6,583
2.5 U de pH con 75°C	3	8,197	4,247	94,417	88,787	15,723
2.5 U de pH con 90°C	3	12,020	7,910	60,540	80,450	7,873
3 U de pH con 75°C	3	13,433	9,670	59,633	78,427	6,647
3 U de pH con 90°C	3	13,107	10,230	56,707	60,627	8,917

Fuente: Análisis estadístico, 2018

En el cuadro n° 16 se puede apreciar el resumen del análisis estadístico donde se ha evaluado cada indicador de la caracterización fisicoquímica. Para ello se ha desarrollado un análisis de varianza y luego un análisis Duncan ubicados en el anexo 6.8 donde se estratificó las medias de cada tratamiento en grupos y se ordenaron según el cumplimiento de la norma E-440 (I). Para diferenciar los valores se han coloreado de amarillo aquellos valores que cumplen con la norma y de verde aquellos valores óptimos de cumplimiento.

En lo que respecta al indicador humedad su análisis estadístico se halla en el anexo 6.8.1 el cual arrojó que el óptimo es el o los que cumplen con los parámetros de la Norma E-440 (I), de cuales sólo un tratamiento: **el 2.5 U. de pH con 75° C** cumple con la norma. Por lo tanto, se considera como el **tratamiento óptimo**

Para el indicador Cenizas totales su análisis estadístico se encuentra en el anexo 6.8.2, el cual arrojó que el tratamiento óptimo es el o los que cumple con los parámetros de la Norma E-440 (I), de cuales sólo cinco tratamientos: **el 2.5 U. de pH. Con 75° C, el 2.5 U. de pH. Con 90° C, el 2 U. de pH. Con 75° C, el 1.5 U. de pH. Con 90° C y el 3 U. de pH. Con 75° C** cumplen con la norma. Por tanto, se considera el que tiene **porcentaje mínimo** de cenizas totales promedio **como el tratamiento óptimo, siendo el tratamiento 2.5 U. de pH. Con 75° C.**

Para el indicador ácido galacturónico su análisis estadístico se encuentra en el anexo 6.8.3, el cual arrojó que el tratamiento óptimo es el o los que cumple con los parámetros de la Norma E-440 (I), de cuales sólo un tratamiento: **el 2.5 U. de pH. Con 75° C** cumple con la norma. Por lo tanto, se considera como el **tratamiento óptimo**

Para el indicador grado de esterificación su análisis estadístico se halla en el anexo 6.8.4, el cual arrojó que el tratamiento óptimo es el o los que cumple con los parámetros de la Norma E-440 (I), donde los tratamientos: **el 2 U. de pH. Con 75° C, el 2 U. de pH. Con 90° C, el 1.5 U. de pH. Con 75° C, el 1.5 U. de pH. Con 90° C, 3 U. de pH. Con 90° C, 3 U. de pH. Con 75° C, 2.5 U. de pH. Con 90° C y el 2.5 U. de pH. Con 75° C** cumplen con la norma. Por lo tanto, se considera el que tiene el **porcentaje máximo** del grado de esterificación promedio **como el tratamiento óptimo, siendo el tratamiento 2.5 U. de pH. Con 75° C**

Para el indicador grado de metóxilos su análisis estadístico se halla en el anexo 6.8.5, el cual arrojó que el tratamiento óptimo es el o los que cumple con los parámetros de la Norma E-440 (I), de cuales solo tres tratamientos: **el 2.5 U. de pH. Con 90° C, el 3 U. de pH. Con 90° C y el 2.5 U. de pH. Con 75° C** cumplen con la norma. Por lo tanto, se considera el que tiene el **porcentaje máximo** del grado de metoxilos promedio **como el tratamiento óptimo, siendo el tratamiento 2.5 U. de pH. Con 75° C.**

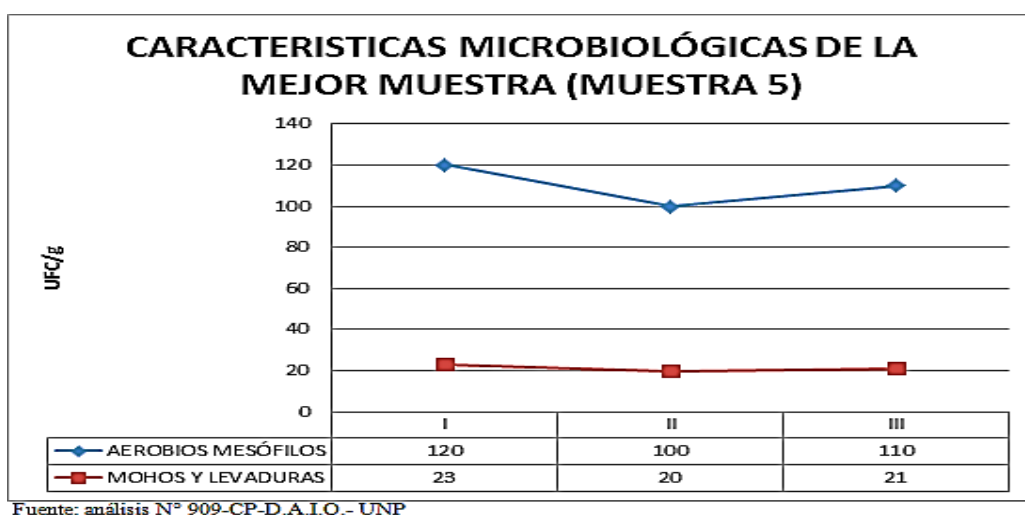
Después de haber realizado los análisis estadísticos a cada indicador del objetivo para conocer cuál de los tratamientos cumple estadísticamente con la norma E440 (I) se obtuvo que **las muestras del tratamiento n°5 cumple con todas las disposiciones** de la norma por lo tanto **se considera la muestra óptima del estudio.**

3.5. Objetivo específico 5: “Determinar las características microbiológicas de la mejor muestra conseguida en la caracterización de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida”

Después de conocerse que la muestra 5 fue la muestra que estadísticamente cumplía con las características fisicoquímicas de la norma E440 (i) se procedió a realizar análisis microbiológico, para ello se realizaron los métodos que están detallados en el anexo 5.5. Los resultados fueron entregados en el informe de análisis N°909-CP-D.A.I.Q.- UNP ubicado en el anexo 6.9 Donde se obtuvieron los siguientes datos

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MEJOR MUESTRA

Gráfica n° 4 Características microbiológicas de la mejor muestra (muestra 5)



Fuente: análisis N° 909-CP-D.A.I.Q.- UNP

En la gráfica n° 4 se aprecian los resultados del análisis microbiológicos realizado a la mejor muestra (muestra 5) de los tres bloques (I, II, III). Con lo que respecta a aerobios mesófilos la muestra del bloque I ha obtenido la mayor cantidad con 120 (12×10) UFC/g mientras que la muestra II obtuvo la menor cantidad con 100 (10×10) UFC/g; Con lo que respecta a Mohos y levaduras la muestra del bloque I ha obtenido la mayor cantidad con 23 ($2,3 \times 10$) UFC/g mientras que la muestra II obtuvo la menor cantidad con 20 ($2,0 \times 10$) UFC/g

Según la Norma E440 (i) los parámetros máximos permitidos para estas dos determinaciones son de: Aerobios mesófilos = $500(5 \times 10^2)$ UFC/g, Mohos y levaduras = $100(10^2)$ UFC/g. **Esto demuestra que la muestra 5 de pectina en los tres bloques cumple las disposiciones de esta norma** y se asegura así que las tres repeticiones de la muestra obtenidas son aptas para el consumo.

IV. DISCUSIÓN

Con lo que respecta al primer objetivo se logró elaborar la pectina a base de uva RED GLOBE de descarte aplicando el método de hidrólisis ácida variando los valores de pH los cuales fueron de 1.5, 2, 2.5, 3 y los valores de temperatura que fueron de 75°C y 90°C dando un rendimiento promedio de 3.911% lo que equivale a 19.555 gr de producto final por cada 500 gr de materia prima por su parte Nizama (2015) también logró elaborar pectina a base de cáscara de cacao aplicando el método de hidrólisis ácida, ella varió los valores de pH que fueron de 2 y 3, los tiempos de hidrólisis que fueron de 60 min y 90 min además ella utilizó dos agentes de extracción que fueron ácido cítrico y ácido clorhídrico dando un rendimiento promedio de 7.311% por otro lado Chávez (2009) también logró elaborar pectina partir de la cáscara de la naranja criolla aplicando el método de hidrólisis ácida para ello manipuló el pH, usando valores de 1.5, 2, 2.5, 3, y la temperatura, usando valores de 60°C y 90°C obteniendo un rendimiento promedio de 12.24%. Barreto y otros (2017) también lograron obtener pectina a partir del mango de azúcar utilizando el método de hidrólisis ácida en su investigación manipuló el pH tomando valores de 1, 2, 3 y también manipuló la temperatura tomando valores de 80°C, 90°C y 100°C dando un rendimiento promedio de 12.87%. Teniendo en cuenta los valores de los rendimientos promedio se puede apreciar que la uva tiene el menor valor a comparación de las demás frutas esto hace pensar que la cantidad de sustancias pécticas presente en la fruta en estado natural es baja con respecto al resto.

Con respecto al segundo objetivo se logró describir la línea de producción y los costos que se generaron a nivel laboratorio, para ello fue necesario elaborar un diagrama de operaciones en el cual se plasmó el orden cronológico de las actividades de la investigación se conoció que se realizaron 14 actividades de las cuales 7 fueron operaciones, 6 mixtas y 1 almacenamiento dando un costo de S/. 990,919 por los 24 tratamientos y S/. 38.968 por 19.555 gr en promedio de producto final de cada tratamiento o S/.1992.94 por un kilo de pectina. Nizama (2015) pudo describir la línea de producción usada en su investigación para obtener pectina a base de cáscara de cacao y lo plasmó en su diagrama de operaciones teniendo 17 actividades de las cuales 15 fueron operaciones y 2 almacenamientos, por su parte León y Riveros (2014) realizaron 17 actividades, las cuales fueron plasmadas y descritas en su investigación, para obtener pectina a base de maracuyá amarillo, granadilla y tumbo serrano. Cabarcas y otros (2012) pudieron describir

la línea de producción de pectina a base de cáscara de plátanos teniendo 8 actividades realizadas para obtenerla dando un costo de 22,34 dólares americanos (75.35 soles) para obtener un kilo de pectina. Teniendo en cuenta la cantidad de actividades realizadas en las diferentes investigaciones se puede saber que en esta investigación se ha utilizado una cantidad promedio de actividades generando un costo muy elevado comparado a los 75.35 soles que gastaron Cabarcas y otros (2014) para producir un kilo de pectina lo que da a conocer que la obtención de pectina a partir de uva RED GLOBE de descarte no es rentable.

En el tercer objetivo se buscaba determinar las características Físico-químicas de las diferentes muestras de pectina, lo cual se cumplió al realizarle análisis de laboratorio de los 5 indicadores de los 8 tratamientos de cada bloque (24 tratamientos) donde en el indicador humedad el T5 del bloque III obtuvo 8.09% siendo el menor y el T7 del bloque II 13.44% siendo el mayor, en el indicador Cenizas totales el T5 del bloque II obtuvo 4.10% siendo el menor y el T1 del bloque I 10.67% siendo el mayor En el indicador A. galacturónico el T5 del bloque II obtuvo 94.62% siendo el mayor y el T3 del bloque I y III obtuvo 40.65% siendo el menor, En el indicador G. de esterificación el T5 del bloque III obtuvo 88.80% siendo el mayor y el T3 del bloque III obtuvo 50.86% siendo el menor, En el indicador Metóxilos el T5 del bloque II obtuvo 15.96% siendo el mayor y el T1 del bloque II obtuvo 5.60% siendo el menor. Esto demuestra fehacientemente la influencia que han tenido los diferentes niveles de pH y temperatura en el producto final de cada tratamiento. Por su parte López (2013) realizó 3 caracterizaciones de sus productos finales donde en el indicador A. galacturónico la pectina “C” obtuvo 97.39% siendo el mayor y la pectina “B” obtuvo 91.59% siendo el menor, en el indicador G. de esterificación la pectina “A” obtuvo 62.29% siendo la mayor y la pectina “B” obtuvo 55.52% siendo el menor, en el indicador Metóxilos la pectina “A” obtuvo 11.23% siendo la mayor y la pectina “C” obtuvo 8.42% siendo el menor. Por otro lado Cabarcas y otros (2012) realizó 12 caracterizaciones de sus muestras donde en el indicador humedad la muestra 8 obtuvo 1% siendo el menor y la muestra 5 obtuvo 12% siendo el mayor, en el indicador cenizas la muestra 9 obtuvo 0.9% siendo el menor y la muestra 10 obtuvo 3.5% siendo el mayor, en el indicador G. de esterificación la muestra 9 obtuvo 95.50% siendo la mayor y la muestra 3 obtuvo 76.54% siendo el menor, en el indicador Metóxilos la muestra 1 obtuvo 1.798% siendo el menor y la muestra 11 obtuvo 6.882% siendo el mayor. Teniendo en cuenta los datos de las

diferentes investigaciones se puede apreciar que las características varían dependiendo de la materia prima usada y de las manipulaciones que se le hagan a la hidrólisis ácida pero en términos generales se han tenido características más parecidas a la investigación de López (2013) que a la investigación de Cabarcas y otros (2012).

En el cuarto objetivo se buscaba realizar un análisis estadístico a las características físico-químicas de todas las muestras para determinar la mejor, lo cual se logró consiguiendo como resultado que la mejor muestra sale del tratamiento 5 que consiste en 2.5 de pH y 75°C de temperatura, las características de este tratamiento tiene como media en el indicador humedad 8.197%, en el indicador cenizas totales 4.247%, en el indicador A. galacturónico 94.417%, en el indicador G. de esterificación 88.787%, en el indicador Metóxilos 15.723%. Estos datos dan a conocer que el producto final es de alto grado de metoxilación y al tener un grado de esterificación mayor al 80% se considera una pectina del tipo de gelificación ultra rápido. Por su parte Nizama (2015) logró realizar un análisis de varianza pero a diferencia de la presente investigación ella se lo realizó a los rendimientos para determinar la mejor muestra dando como resultado que la mejor muestra fue la del tratamiento 2 que consiste en 2 de pH y 90 min de tiempo a 95°C de temperatura siendo este constante en todos los tratamientos, las características de la muestra de este tratamiento en el indicador humedad es de 10.2%, en el indicador cenizas totales 7.7%, en el indicador A. Galacturónico 90.36%, en el indicador G. de esterificación 71.93%. Por otro lado León y Riveros (2014) obtuvo sus mejores tratamientos mediante el análisis estadístico de los rendimientos teniendo como resultado que para las tres materias primas el mejor tratamiento fue el tratamiento 7 que consiste en 2 de pH, 95°C y 90 min, dando características para las pectinas a base de maracuyá, granadilla y tumbo serrano: humedad 9.72%, 10.29% y 9.95% respectivamente, cenizas totales 1.02%, 1.68% y 1.09% respectivamente, Á. galacturónico 80.81%, 79.69% y 76.47% respectivamente, G. de esterificación 63.59%, 57.57% y 67.58% respectivamente, Metóxilos 9.05%, 8.08% y 9.10% respectivamente. Duran y honores (2012) en cambio realizaron el análisis de varianza al porcentaje de esterificación de las diferentes muestras para determinar el mejor dando como resultado que la mejor muestra fue la muestra del tratamiento 70 que consiste en 2% de concentración de ácido cítrico a 98°C por 60 minutos, las características de la muestra de este tratamiento en el indicador humedad es de 4.7%, cenizas totales 1.5% y G. de esterificación 68.18% mientras que la pectina comercial de la marca Guinama en los

resultados de los análisis fisicoquímicos ubicado en el anexo 6.10 obtuvo como características en el indicador humedad 8.20%, cenizas totales 4.29%, Á. galacturónico 94.63%, G. de esterificación 88.82% y Metóxilos 15.80%. Al comparar las diferentes características de las muestras óptimas de los diferentes trabajos de investigación y de una pectina comercial con las características de la pectina obtenida en esta investigación se puede apreciar que se tienen valores similares entre todas y cumplen además con la norma E-440 (i) por lo que se puede utilizar la uva RED GLOBE como materia prima ya que las características del producto final no difieren del resto de las investigaciones ni de la pectina comercial.

El quinto objetivo el cual buscaba realizar la caracterización microbiológica a la mejor muestra se completó al realizarle análisis de laboratorio a las muestras de los tres bloques del tratamiento 5 el cual fue la muestra que estadísticamente mejor cumplía con lo dispuesto en la norma, donde se obtuvieron los siguientes resultados: en el indicador aerobios mesófilos 120 (12x10) UFC/gr, 100 (10x10) UFC/gr, 110 (11x10) UFC/gr para los bloques I,II y III respectivamente, en el indicador Mohos y levaduras 23 (2,3x10) UFC/gr, 20 (2,0x10) UFC/gr, 21 (2,1x10) UFC/gr para los bloques I,II y III respectivamente. Por otro lado Vargas y Benites (2002) fue la única investigación citada que realizó al igual que en esta investigación un análisis microbiológico de la mejor muestra para conocer la carga bacteriana del producto final, obteniendo los siguientes resultados: aerobios mesófilos 10 UFC/gr, hongos y levaduras 4.8×10^2 UFC/gr. Los datos muestran que la pectina de uva obtenida en la presente investigación cumple con los valores dispuestos por la norma E-440(i) en ambos indicadores, a diferencia de la pectina obtenida por Vargas y Benites que sólo cumplieron con el indicador aerobios mesófilos ya que el indicador hongos y levaduras sobrepasa el límite de 10^2 UFC/gr establecido por la norma E-440(i).

V. CONCLUSIONES

- Se caracterizó la pectina de uva RED GLOBE obtenida mediante el método de hidrólisis ácida, al cual se le variaron los determinantes de elaboración pH y temperatura comprobando así que influyen en la caracterización del producto final donde solo una muestra logró cumplir con los requisitos de la norma E-440(i) emitida por la FAO, EU y FCC.
- Se elaboró 24 muestras de pectina de uva RED GLOBE, divididas en 3 bloques de 8 muestras, haciendo uso del método de hidrólisis ácida donde se usaron los niveles 1.5, 2, 2.5 y 3 de pH y 75°C y 90°C de temperatura obteniéndose 3.911% de rendimiento promedio lo que equivale a 19.555 gr de pectina por cada 500 gr de materia prima.
- Se describió la línea productiva para la elaboración de pectina a base de uva RED GLOBE y se representó gráficamente con la ayuda de un DOP dando un total de 14 actividades de las cuales 7 fueron operaciones, 6 mixtas y 1 almacenamiento donde los costos que se generaron fueron de S/.990.919 por los 24 tratamientos y de S/.38.968 por cada muestra de 19.555gr dando un total de S/.1992.94 cada kilo de pectina de uva RED GLOBE siendo no rentable su producción a nivel laboratorio.
- Las características físico-químicas de los 24 tratamientos fueron determinadas mediante análisis de laboratorio arrojando diferentes rangos según los indicadores, donde se obtuvieron que en humedad el T5 del bloque III fue el menor con 8.09% y el T7 del bloque II fue el mayor con 13.44%; En Cenizas totales el T5 del bloque II fue el menor con 4.10% y el T1 del bloque I fue el mayor con 10.67%; En A. galacturónico el T5 del bloque II fue el mayor con 94.62% y el T3 del bloque I y III fueron los menores con 40.65%; En G. de esterificación el T5 del bloque III fue el mayor con 88.80% y el T3 del bloque III fue el menor con 50.86%; En Metóxilos el T5 del bloque II fue el mayor con 15.96% y el T1 del bloque II fue el menor con 5.60%.
- Se realizó el análisis estadístico a las características fisicoquímicas de las 24 muestras, específicamente un análisis de varianza y Duncan, donde se determinó que la pectina obtenida del tratamiento 5 (2.5 de pH y 75°C de temperatura, con características medias de 8.197% de humedad, 4.247% de cenizas totales, 94.417% de ácido galacturónico, 88.787% de G. de esterificación y 15.723% de Metóxilos), fue la única que cumplió con los requisitos fisicoquímicos establecidos por la

norma E-440 (i) y además tiene las características fisicoquímicas similares a la pectina comercial.

- Se realizó la caracterización microbiológica de la mejor muestra, que fue la muestra 5 de los tres bloques obteniendo que en el indicador aerobios mesófilos la muestra del bloque I tuvo 120 (12 X 10) UFC/g, la muestra del bloque II tuvo 100 (10 X 10) UFC/g, la muestra del bloque III tuvo 110 (11 X 10) UFC/g, en el indicador Mohos y levaduras la muestra del bloque I tuvo 23 (2,3 X 10) UFC/g, la muestra del bloque II tuvo 20 (2,0 X 10) UFC/g, la muestra del bloque III tuvo 21 (2,1 X 10) UFC/g. Estos valores obtenidos cumplen con los dispuestos por la norma E-400(i) y demuestran que la muestra es apta para consumir.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda caracterizar pectina de uva que haya sido obtenida a partir de otros métodos de extracción con el fin de comparar y estudiar si el método de extracción también influye en las características finales del producto final y conocer también si con los otros métodos se puede obtener pectina que cumpla con la norma E-440(i)
- Se recomienda realizar un estudio de perfeccionamiento de los parámetros de extracción para mejorar el rendimiento de la pectina extraída y cuidando que los nuevos parámetros no afecten de forma negativa las características fisicoquímicas fundamentales.
- Se recomienda realizar un estudio de factibilidad o diseño de planta donde se perfeccione el proceso de obtención de pectina, si es posible reduciendo actividades o estableciendo métodos que permitan reducir los costos y así determinar si a nivel industrial el proceso de obtención de pectina es rentable ya que a nivel laboratorio su obtención no generó rentabilidad.
- Se recomienda para los futuros proyectos que busquen obtener pectina realizar un análisis de espectroscopia infrarroja (IR) la cual servirá para caracterizar el producto final de una forma más exacta para luego compararla con las longitudes de onda que el espectro infrarrojo de la pectina comercial presenta.
- Se recomienda realizar el experimento con una mayor cantidad de bloques, aumentar los factores de estudio (Tiempo, agente acidulante, concentración de acidulante, etc) o los niveles de los factores tomados en esta investigación (pH y Temperatura) para incrementar aún más la confiabilidad de los análisis estadísticos y así tener resultados mucho más fidedignos.
- Se recomienda hacer uso de métodos que mantengan la inocuidad en la extracción de pectina con la finalidad de obtener la caracterización microbiológica del producto final con valores bajos de concentración bacteriana buscando siempre que el producto final tenga los más mínimos valores.

REFERENCIAS

Baltazar, Roger y otros. "Optimización de las condiciones de extracción de pectina a partir de cáscara de limón francés (*Citrus medica*) utilizando la metodología de superficie de respuesta". Editorial Universidad nacional de Trujillo. 2013. pp. 77-89.

Barreto, Genisberto y otros. "Extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica* L.)". Editorial Universidad de Córdoba, Facultad de ciencias agrícolas. 2017. pp. 79-86.

Bogdanoff, Nicolás. "Optimización de los procesos de obtención y concentración de pectina de naranja". Universidad nacional de La Plata. Facultad de ingeniería. La Plata. 2015.

Cabarcas, Esteban y otros. "Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción". Universidad de Cartagena. Facultad de Ingeniería. Cartagena de indias. 2012

CEDEVI (centro de desarrollo virtual). "Instrumento de caracterización de experiencias (v.1)"[en línea] Antioquía: 2010. Disponible en web: <http://www.ucn.edu.co/sistemainvestigacion/Documents/instrumento%20para%20caracterizar%20experiencias.pdf>.

Curbelo, Caridad y otros. "Hidrólisis ácida del bagazo de aloe vera (*Sábila*) para la obtención de pectina". Editorial Santa Clara. 2016. pp. 18-26.

Chávez, Julio. "Extracción de pectina a partir de cáscara de "naranja criolla" (*Citrus aurantium* L.) Proveniente de la provincia de Rodríguez de Mendoza". Chachapoyas: Editorial untrm. 2009. pp. 24-26.

Devia, Jorge. "Proceso para producir pectinas cítricas". Editorial Universidad EAFIT. 2003. pp. 21-29.

Durán, Verónica y Honores, María. "Obtención y caracterización de pectina en polvo a partir de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)". Universidad politécnica del Litoral. Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción. Guayaquil. 2012.

Escobedo, Gilberto. "Valorización de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Deg.) como sub producto para obtener pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico". Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo. Facultad de ingeniería industrial. Chiclayo. 2013

Girbes, T. y Jiménez P., "Polisacáridos (Pectinas, Inulinas, Fructooligosacáridos y galactooligosacáridos, Hemicelulosas)"[Material gráfico proyectable]. Valladolid. 2013

Groover, Mikell. 2007. "Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas". Tercera edición. México: The McGraw Hill, 2007. 978-970-10-6240-1.

Herbstreith & Fox. 2016 "The specialists for Pectin". Neuenbürg. 2016.

Hernández, Roberto y otros. "Metodología de la investigación". 5ª edición. México D.F.: Editorial Mc Graw Hill. 2010. ISBN:978-607-15-0291-9.

León, Diana y Riveros, John. "Extracción y caracterización química de las pectinas de las cáscaras del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, Var *Flavicarpa degener*), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) y tumbo serrano (*Passiflora mollísima* H.B.K. Bailey)". Universidad nacional del Callao. Facultad de ingeniería química. Callao. 2014.

Linares, Percy y otros. "Diseño de una planta para la producción de pasas a partir de uva de descarte en Tambogrande". Universidad de Piura. Área departamental de ingeniería industrial y de sistemas. Piura. 2015.

López, Milagros. "Extracción de pectina de cocona (*Solanum sessiliflorum* dunal) por acidulantes y su caracterización fisicoquímica". Universidad nacional del centro del Perú. Facultad de ciencias aplicadas. Tarma. 2013.

Mercado Libre. "Precio de pectina cítrica 100% Usp Grado alimenticio. Lima.2018.

Ministerio de agricultura. 2010. "Resumen ejecutivo Uva". Lima: s.n., 2010.

Ministerio de agricultura. 2017. "Análisis económico de la producción nacional Uva Fresca". Lima : s.n., 2017.

Ministerio de agricultura. 2017. "Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera 2016". Lima: s.n., 2017.

Navarrofruits S.A.C., "Ficha técnica de la uva red globe"[en línea]. Piura: Setiembre 2016. Disponible en web: <http://www.navarrofruits.com.pe/wp-content/uploads/2016/09/navarrofruits-ficha-tecnica-uva-red-globe.pdf>

Nizama, Karen. "Obtención y caracterización de pectina a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.)". Universidad nacional de Piura. Facultad de ingeniería industrial. Piura. 2015..

Torres, B. y otros. "Propiedades de pectina cítrica como agente emulsionante de aceite de uva". Editorial Academia Mexicana de investigación y docencia en ingeniería química (AMIDIQ). 2014. pp. 293-298.

US Pharmacopeia. "Pectin Methods". Maryland. 2005.

Vargas, Rosa y Benites, Elmer. "Extracción de la pectina a partir de la cáscara de camu-camu (*Myrciaria Dubia* H.B.K. Mc. Vaught". Universidad nacional de ingeniería. Facultad de ingeniería química y manufacturera. Lima. 2002.

ANEXOS

ANEXO1 Matriz de consistencia
Cuadron° 17Matriz de consistencia


Título	Problema General	Objetivo General	Preguntas Específicas	Objetivos Específicos	Variables	Dimensión	Indicadores	Unidad de análisis	Población	Muestra	Técnicas	Instrumentos
“ CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (Vitis vinífera RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE MÉTODO DE HIDRÓLISIS ÁCIDA”	¿Será posible la Caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?	Caracterizar pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida por método de hidrólisis ácida.	¿Será posible elaborar pectina a partir de uva RED GLOBE de descarte utilizando el método de hidrólisis ácida a diferentes niveles de pH y Temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?	Elaborar pectina a partir de uva RED GLOBE de descarte utilizando el método de hidrólisis ácida a diferentes niveles de pH y Temperaturas en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida	Método de hidrólisis ácida (INDEPENDIENTE)	Determinantes de elaboración	Nivel de pH: 1.5, 2, 2.5 y 3 unidades de pH en 500 gr. de uva de descarte	Tratamientos	24	-	Observación experimental	Registro de control de pH y Temperaturas (Anexo 3.1)
				Nivel de Temperatura: 75 y 90 °C en 500 gr. de uva de descarte		Tratamientos	24	-	Observación experimental	Registro de control de pH y Temperaturas (Anexo 3.1)		
			Línea de producción	Nº de actividades		Proceso	1	-	Observación	Diagrama de Operaciones (DOP) (Anexo 6.2)		
				Costos	Proceso	1	-	Observación	Registro de control de costos (Anexo 3.3)			
			Características fisicoquímicas	%Humedad	Muestras de pectina	24	-	Observación experimental	Registro de evaluación fisicoquímica (Anexo 3.2)			
				%Cenizas	Muestras de pectina	24	-	Observación experimental	Registro de evaluación fisicoquímica (Anexo 3.2)			
				%ácido galacturónico	Muestras de pectina	24	-	Observación experimental	Registro de evaluación fisicoquímica (Anexo 3.2)			
				%Metoxilos	Muestras de pectina	24	-	Observación experimental	Registro de evaluación fisicoquímica (Anexo 3.2)			
				%Grado de esterificación	Muestras de pectina	24	-	Observación experimental	Registro de evaluación fisicoquímica (Anexo 3.2)			
			Determinante de tratamiento óptimo	Coeficiente de varianza (%)	Registro de evaluación fisicoquímica	1	-	Análisis documental	Informe de resultados de análisis estadístico (Anexo 6.8)			
			Características Microbiológicas	Microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/g)	Muestras de pectina	24	1	Observación experimental	Informe de resultados del análisis microbiológico (Anexo 6.9)			
				Mohos y levaduras (UFC/g)	Muestras de pectina	24	1	Observación experimental	Informe de resultados del análisis microbiológico (Anexo 6.9)			
¿Será posible realizar un análisis estadístico para determinar la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida?	Realizar un análisis estadístico para determinar la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida											
¿Cuáles serán las características Microbiológicas de la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida según norma europea E-440 (i)?	Determinar las características microbiológicas de la mejor muestra conseguida en la caracterización de pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte obtenida mediante método de hidrólisis ácida.											

Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 2 Instrumentos de recolección de datos

Anexo 2.1 Hoja de Registro de control de pH y Temperaturas

Cuadro n° 18 Hoja de registro de control de pH y temperaturas


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control de pH y Temperaturas		Versión: 1 Página: 1
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte				
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas				
LUGAR: Laboratorio universitario				
BLOQUES	TRATAMIENTOS	FECHA	pH (U. de pH)	TEMPERATURA (°C)
I	T ₆	/ /		
	T ₁	/ /		
	T ₅	/ /		
	T ₄	/ /		
	T ₈	/ /		
	T ₂	/ /		
	T ₇	/ /		
	T ₃	/ /		
II	T ₄	/ /		
	T ₈	/ /		
	T ₅	/ /		
	T ₁	/ /		
	T ₆	/ /		
	T ₇	/ /		
	T ₃	/ /		
	T ₂			
III	T ₁	/ /		
	T ₃	/ /		
	T ₇	/ /		
	T ₂	/ /		
	T ₈	/ /		
	T ₄	/ /		
	T ₅	/ /		
	T ₆	/ /		

Fuente: Elaboración propia, 2018

Observaciones:

Anexo 2.2 Hoja de registro de evaluación fisicoquímica

Cuadro n° 19 Registro de evaluación fisicoquímica


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			Registro de evaluación fisicoquímica		Versión: 1		
					Página: 1		
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte							
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas							
LUGAR: Laboratorio universitario							
BLOQUES	TRATAMIENTOS	FECHA	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	ÁCIDO GALACTURÓNICO (%)	METÓXILOS (%)	GRADO DE ESTERIF. (%)
I	T ₆	/ /					
	T ₁	/ /					
	T ₅	/ /					
	T ₄	/ /					
	T ₈	/ /					
	T ₂	/ /					
	T ₇	/ /					
	T ₃	/ /					
II	T ₄	/ /					
	T ₂	/ /					
	T ₅	/ /					
	T ₁	/ /					
	T ₆	/ /					
	T ₇	/ /					
	T ₃	/ /					
	T ₂	/ /					
III	T ₁	/ /					
	T ₃	/ /					
	T ₇	/ /					
	T ₂	/ /					
	T ₈	/ /					
	T ₄	/ /					
	T ₅	/ /					
	T ₆	/ /					

Fuente: Elaboración propia, 2018

Observaciones:

Anexo 2.3 Registro de control de costos

Cuadro n° 20 Registro de control de costos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control de costos		Versión: 1	
				Fecha: / /	
				Página: 1	
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte					
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas					
INSUMO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)		COSTO (S/.)	
SUB- TOTAL					
SERVICIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)		COSTO (S/.)	
SUB- TOTAL					
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)		COSTO (S/.)	
SUB- TOTAL					
COSTO TOTAL					

Fuente: Elaboración propia, 2018

Observaciones:

ANEXO 3 Validación de los instrumentos

Anexo 3.1 Validación de especialista 1

Imagen 1 Constancia de validación de registro de control de pH y temperaturas – especialista 1



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, TERESA CONSUELO MONTAÑA PERA, con DNI 02655228
MSc. ZOO MOSTROPICALES, con N° CIP 48208,
de profesión ING. AGRÓNOMO, desempeñándome actualmente como
DOCENTE EN LA UCV

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Registro de control de pH y Temperaturas
- Registro de evaluación fisicoquímica
- Registro de control de costos

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Registro de control de pH y Temperatura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 2 Constancia de validación de registro de control de control de costos – especialista 1

Registro de control de costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 3 Constancia de validación de registro de evaluación fisicoquímica – especialista 1

Registro de evaluación Fisicoquímica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad, firmo la presente en la ciudad de Piura a los 07 días del mes de Junio del dos mil dieciocho.


 Teresa Consuelo Montoya Peña
 INGENIERO AGRÓNOMO
 U.S.C. EN AGROINDUSTRIAS
 REGISTRO CIP. Nº 41204

Mgtr. : M SC. TERESA CONSUELO MONTAYA PEÑA
 DNI : 02655278
 Especialidad : ING. AGRÓNOMO
 E-mail : t.montoya.5@hotmail.com

Anexo 3.2 Validación de especialista 2

Imagen 4 Constancia de validación de registro de control de pH y temperaturas - especialista 2



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Luciana Mercedes Torres Ludeña con DNI N° 02854952, Magister en Administración con Mención en Gerencia Empresarial, con N° CIP 94321, de profesión Ingeniera Industrial, desempeñándome actualmente como Docente Adscrita en el Departamento de Investigación de Operaciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Registro de control de pH y Temperaturas
- Registro de evaluación fisicoquímica
- Registro de control de costos

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Registro de control de pH y Temperatura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 5 Constancia de validación de registro de control de costos - especialista 2

Registro de control de costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 6 Constancia de validación de registro de evaluación fisicoquímica - especialista 2

Registro de evaluación Fisicoquímica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad, firmo la presente en la ciudad de Piura a los 11 días del mes de junio del dos mil dieciocho.



Luciana Mercedes Torres Ludeña
 Ingeniero Industrial
 Registro CIP N° 84321

Mgtr. : Ing. MBA LUCIANA MERCEDES TORRES LUDEÑA
 DNI : 02854952
 Especialidad : Ingeniera Industrial
 E-mail : ing.lucianatorres@gmail.com

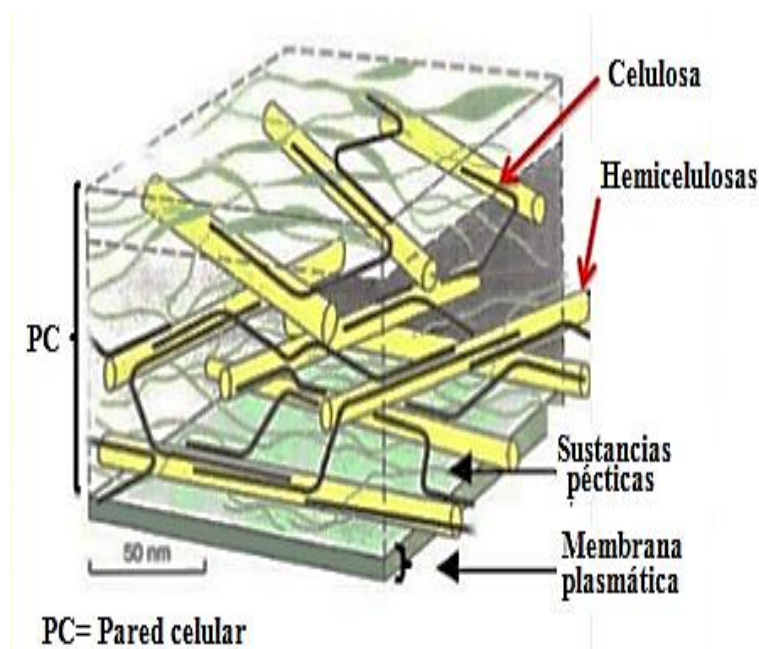
ANEXO 4 Método de Ingeniería

Anexo 4.1 Método usado en el objetivo específico 1

Método usado: Hidrólisis ácida

En la presente investigación para poder obtener el producto final y poder cumplir con el objetivo se ha utilizado el método de hidrólisis ácida que es una operación unitaria utilizada en la ingeniería química y alimentaria, también forma parte de la ingeniería de procesos (rama de la ingeniería industrial) dado que este método transforma la materia por medio de principios químicos. El método tiene como finalidad alterar, por medio del agua, un acidulante como catalizador, calor y un tiempo adecuado, la protopectina presente en las paredes celulares de la fruta (sustancia que le da consistencia a la fruta), que es insoluble en agua, en pectina soluble en agua. Este método es el más importante debido a que según como se realice el método va a variar el rendimiento y la calidad del producto final. A continuación se presenta el principio químico del método

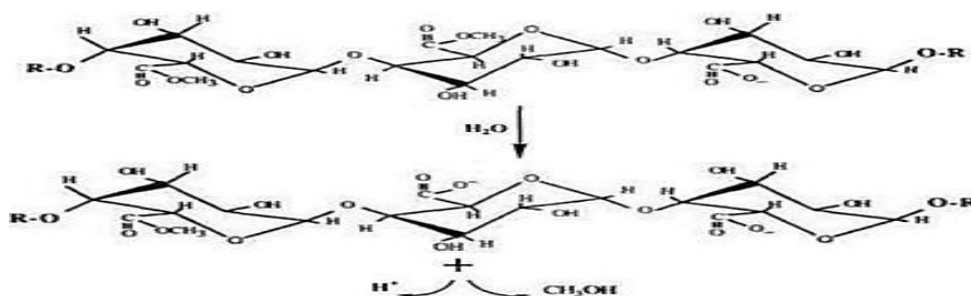
Imagen 7 Sustancias pécticas en estado natural



Fuente: Vargas y Benites, 2002

En la imagen se puede apreciar la forma natural de las sustancias pécticas presentes en las paredes celulares de los vegetales antes de aplicarse el método de hidrólisis ácida. A continuación se presenta el principio químico del método y como trabaja el método a nivel molecular.

Imagen 8 Principio químico de la hidrólisis ácida



Fuente: Vargas y Benites, 2002

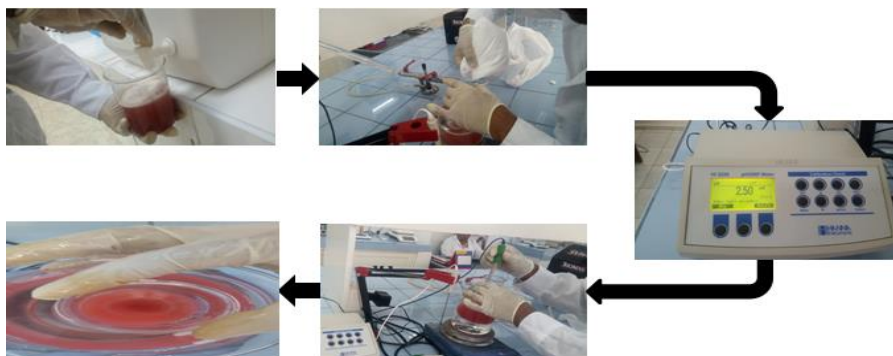
En la imagen se puede apreciar el principio químico que tiene la hidrólisis ácida. Al inicio la protopectina ingresa a la operación y se realiza la hidrólisis agregándose agua y calor para finalmente obtener pectina, hidrógeno y metanol.

Pasos usados para realizar el método:

- Después de haberse prensado el mosto de uva se va a realizar la hidrólisis ácida
- El mosto es puesto en un vaso de precipitado y se agrega la misma cantidad de agua destilada
- Se agrega el acidulante hasta alcanzar el nivel de pH establecido
- La solución se coloca en una máquina de baño maría o estufa
- Se calienta hasta la temperatura necesaria a utilizar
- Una vez alcanzado la temperatura adecuada se empieza a agitar con la ayuda de una varilla de agitación o agitadores magnéticos
- Se agita de forma constante durante un tiempo establecido
- Se deja enfriar la solución.

Pasos:

Imagen 9 Pasos del método de hidrólisis ácida



Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 4.2 Método usado en el objetivo específico 2

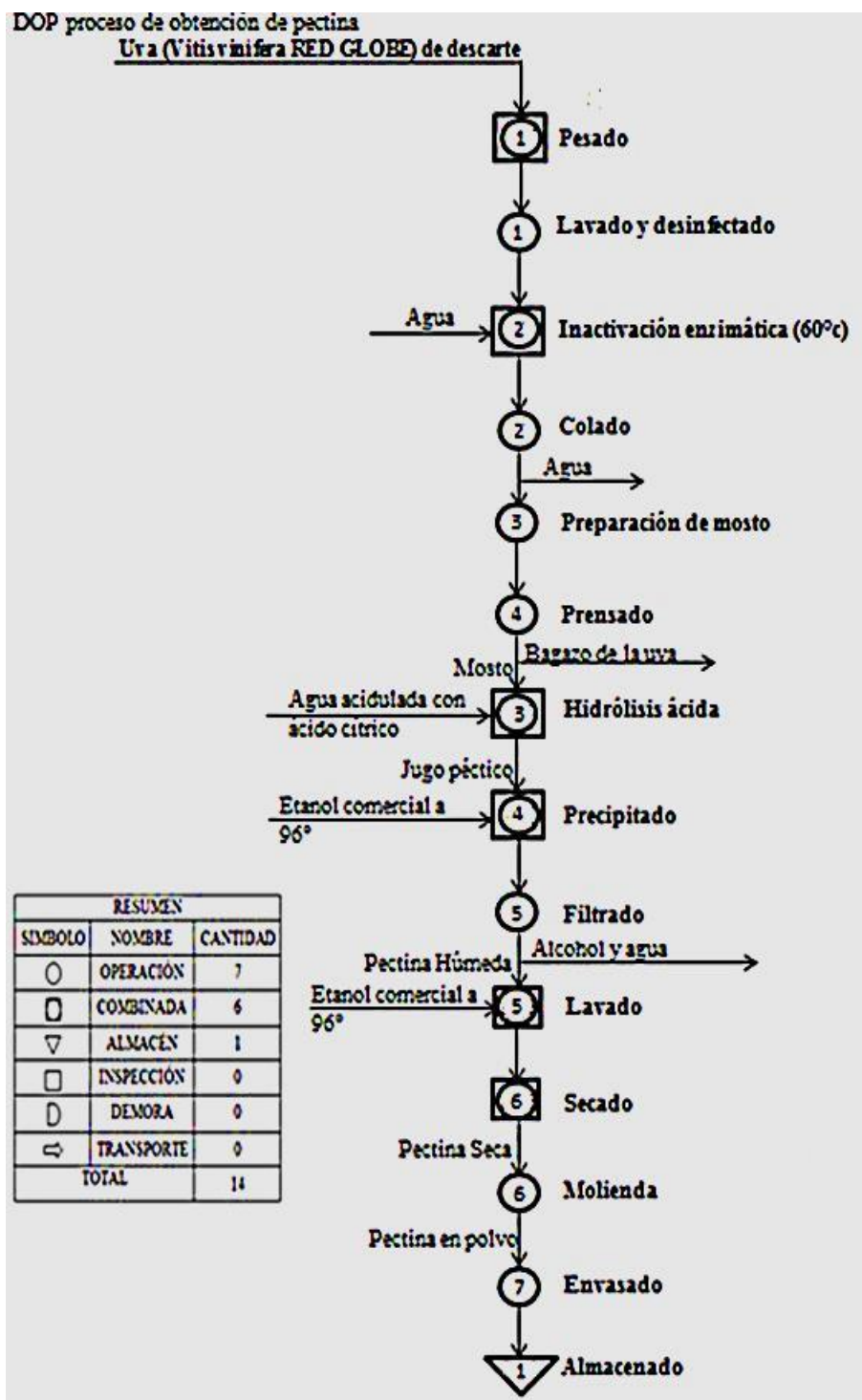
Método usado: Registro del proceso- Diagrama de operaciones (DOP)

En la investigación para poder haber descrito la línea de producción se ha utilizado el método del registro del proceso utilizando la herramienta de ingeniería llamada Diagrama de operaciones o (DOP) el cual es parte del estudio del trabajo y la ingeniería de métodos (rama de la ingeniería industrial) y que representa gráficamente cada etapa en forma cronológica de un proceso o procedimiento identificando cada uno mediante símbolos según corresponda, además debe incluir toda la información necesaria para poder analizar.

La finalidad de esta herramienta es dar a conocer toda la secuencia de los sucesos del proceso de una forma clara, permitiendo así estudiar las etapas del proceso de forma sistemática. La utilización de esta herramienta en la ingeniería es de gran valor porque permite al ingeniero encargado de un proceso mejorar el manejo de los materiales y espacios, analizar las operaciones y contrastar el método actual del proceso con otro para disminuir o eliminar el tiempo improductivo. Para realizar la herramienta se debe tomar en cuenta lo siguiente.

- El diagrama empieza con el ingreso de las materias primas al procesos, el cual está representada por una línea horizontal donde estará descrito el material
- Al extremo derecho de la línea horizontal donde está descrito el ingreso de materiales se debe colocar una línea vertical hacia abajo, esta línea será la columna del diagrama y aquí se ubicarán los símbolos de las operaciones del proceso
- Si se necesita que otro material ingrese al proceso para poder continuar, se debe indicar el ingreso de este material haciendo uso de una línea horizontal a la izquierda de la línea vertical conectando ambas.
- Después del ingreso de un material siempre debe haber una operación nunca otra actividad.
- Si existe una salida de un material se representa usando una línea horizontal a la parte derecha de la línea vertical principal.
- Todo diagrama de operaciones tiene un inicio y un fin.

Imagen 10 Muestra del DOP usado en la investigación



Fuente: Elaboración propia, 2018

En la imagen anterior se puede apreciar el diagrama de operaciones realizado en la investigación donde se representa gráficamente el orden cronológico de las actividades,

respetando las pautas del método antes mencionadas y dando como resultado 14 actividades (7 operaciones, 6 mixtas o combinadas y 1 almacén)

Con lo que respecta a los costos, se ha utilizado el método de costeo absorbente, el cual consiste en tomar en cuenta los gastos directos e indirectos que se consideren que fueron utilizados en el proceso o que fueron importantes para la transformación de la materia prima, dentro de este costeo se toma en cuenta los costos de materiales, insumos directos o complementarios, mano de obra y servicios usados en la producción. El costo representa el gasto económico realizado para la obtención de un producto, es considerado en los procesos productivos como un indicador económico clave de rendimiento (KPI) y es muy necesario en la ingeniería porque permite la toma de decisiones y mantener una correcta gestión empresarial y productiva.

Anexo 4.3 Método usado en el objetivo específico 3

Método usado: Caracterización aplicando principios químicos

La caracterización de un producto está muy ligada a la ingeniería de procesos y alimentaria, debido a que se necesita saber las características de todo producto final transformado para realizarle un estricto control de calidad y así determinar si ese producto cumple con estándares y es apto para consumo o venta. Saber las características a nivel molecular o fisicoquímico es parte de la química analítica y está vinculada a la gestión de la calidad (Rama de la ingeniería industrial). El control de calidad de los productos para la industria alimentaria normalmente utiliza parámetros fisicoquímicos, pero también hace uso de parámetros sensoriales, nutricionales, etc y se establecen estándares, normalmente leyes o reglamentos, que deben cumplirse para asegurar la protección al consumidor, ofreciéndole un producto final sano y de buenas características. Los métodos usados para caracterizar la pectina son los siguientes:

- Humedad
 - ✓ Pesar 1gr aproximadamente de pectina y colocarlo en placa Petri y extenderlo para que ocupe la mayor área posible
 - ✓ Llevar a un horno o estufa a 100°C por aproximadamente 3 o 4 horas
 - ✓ Dejar enfriar por al menos 20 minutos
 - ✓ Pesar el producto obtenido y aplicar la siguiente fórmula para calcular la humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

- Cenizas totales
 - ✓ Pesar 2gr de pectina aproximado en un crisol previamente deshumedecido
 - ✓ Encender la estufa y llevarlo a temperaturas entre 550 y 600 °C y dejar calcinar la muestra por 3 o 4 horas
 - ✓ Después de ese tiempo dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar, luego aplicar la siguiente fórmula para calcular el % de cenizas

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{CC - C}{W} \times 100$$

Donde:

CC = Peso del crisol más la ceniza

C = Peso del crisol vacío

W = Peso de la muestra

- Porcentaje de metoxilos
 - ✓ Transferir 5gr de pectina a un matraz
 - ✓ Agregar 5mL de ácido clorhídrico y 100 mL de alcohol al 60% y agitar por 10 minutos
 - ✓ Transferir la solución a un filtro de vidrio sinterizado y lavar hasta que el filtrado esté libre de cloruros, finalmente lavar con 20 mL de alcohol
 - ✓ Dejar secar a 105°C por 1 hora, enfriar y pesar
 - ✓ Transferir exactamente un décimo del peso neto de la muestra seca (500mg) a un matraz y humedecer con 2 mL de alcohol
 - ✓ Tapar y agitar hasta que la pectina esté completamente disuelta
 - ✓ Añadir 5 gotas de fenolftaleína y titular con hidróxido de sodio de 0.5N anotar los resultados como título inicial (gasto inicial)
 - ✓ Agregar 20mL de hidróxido de sodio de 0.5N, tapar, agitar y dejar repostar por 15 minutos
 - ✓ Añadir 20 mL de ácido clorhídrico y agitar hasta que el color rosado desaparezca
 - ✓ Añadir fenolftaleína y titular con hidróxido de sodio al 0.5N, agitar vigorosamente hasta que aparezca el color rosado, grabar este valor como título de saponificación.
 - ✓ Para calcular la cantidad de metoxilos debemos tener en cuenta que cada mL de hidróxido de sodio al 0.5N usado en la titulación de saponificación equivale a 15.52mg de metoxilo
- Ácido galacturónico
 - ✓ Después de realizar el método de obtención del porcentaje de metoxilos y haber anotado los valores de titulación inicial y titulación de saponificación se debe tener en cuenta que cada mL de hidróxido de sodio 0.5N utilizado en la titulación total (titulación inicial + titulación de saponificación) es equivalente a 97.07 mg de ácido galacturónico
 - Grado de esterificación
 - ✓ Después de obtener el porcentaje de metoxilos y haber anotado los valores de titulación total se debe tener en cuenta que cada mL de hidróxido de sodio 0.5N utilizado es equivalente a 60.07 mg de esteres

Anexo 4.4 Método usado en el objetivo específico 4

Métodos usados: Análisis de varianza y Duncan

En la investigación se aplicó la estadística para el análisis de los datos, se utilizó el método “análisis de varianza” el cual es una gran herramienta de importancia significativa ya sea en la industria, para controlar procesos, como en el laboratorio de análisis, para controlar métodos analíticos o las características de un producto terminado y está estrechamente relacionado al control de calidad (Rama de la ingeniería industrial) ya que tiene como objetivo comparar una cantidad de datos y analizarlos e interpretarlos para ayudar y facilitar la tomar decisiones y tener el control en los procesos. El análisis de varianza es de importancia en la ingeniería y participa en la industria en el incremento de la calidad dado que es una herramienta que puede emplearse para la descripción y compresión de variabilidades de medias y características, que son resultado de cambiar las condiciones que están bajo observación.

También se utilizó el método “Test de Duncan” que es un método estadístico aplicado a la ingeniería en ramas como el control de calidad o el diseño de experimentos con la finalidad de proporcionar mejoras en un proceso manufacturero o tomar decisiones sobre productos o procesos nuevos, este método consiste en las comparaciones múltiples de las medias de los diferentes niveles de un factor con la finalidad de encontrar aquel nivel que cumplan con requisitos establecidos o tenga mayor nivel de significancia. En los siguientes gráficos se da a conocer un ejemplo de cómo ha sido usado el método en esta investigación

Imagen 11 Ejemplo de Datos obtenidos de la caracterización antes del estudio estadístico

DETERMINACIONES	UNID.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
BLOQUE I									
HUMEDAD	(%)	12.76	12.56	12.30	13.04	8.22	12.0	13.43	13.09
BLOQUE II									
HUMEDAD	(%)	12.75	12.58	12.28	13.06	8.28	12.02	13.44	13.10
BLOQUE III									
HUMEDAD	(%)	12.74	12.57	12.30	13.08	8.09	12.04	13.43	13.13

Fuente: Análisis estadístico, 2018

Imagen 12 Datos obtenidos aplicando el método de análisis de varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	,001	2	,001	,411	,670
pH	35,742	3	11,914	8002,972	,000
Temperatura	6,253	1	6,253	4200,070	,000
pH * Temperatura	16,765	3	5,588	3753,757	,000
Error	,021	14	,001		
Total	58,781	23			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 0,999) Coeficiente de variación: 0,26%

Fuente: Análisis estadístico, 2018

Imagen 13 Datos obtenidos aplicando el test de Duncan

TRATAMIENTO	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
2.5 U. de pH. con 75° C	3	8,197						
2.5 U. de pH. con 90° C	3		12,020					
2 U. de pH. con 75° C	3			12,293				
1.5 U. de pH. con 90° C	3				12,570			
1.5 U. de pH. con 75° C	3					12,750		
2 U. de pH. con 90° C	3						13,060	
3.5 U. de pH. con 90° C	3						13,107	
3.5 U. de pH. con 75° C	3							13,433
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,161	1,000

Fuente: Análisis estadístico, 2018

Los datos después de procesarse usando el test de Duncan, donde se da a conocer que el tratamiento (2.5 pH con 75°C) es el tratamiento que mejor ha cumplido con el parámetro establecido por la norma E-440 (I) (Humedad= Máx. 12%). Se realizó el mismo procedimiento para todos los indicadores

Anexo 4.5 Método usado en el objetivo específico 5

Métodos usados: Caracterización aplicando principios de microbiología analítica

La caracterización microbiológica está ligada a la ingeniería de procesos y control de calidad (Rama de la ingeniería industrial) es importante su uso en estas ramas de la ingeniería dado que es una forma de inspeccionar la calidad microbiana de los productos en especial aquellos que son parte de la industria alimentaria. Los análisis microbiológicos no tienen la función de incrementar la calidad de un producto, su función es valorar o identificar la cantidad de microbios presentes en el producto final. Los métodos usados para determinar las características microbiológicas de la pectina son los siguientes:

- **Procedimiento para recuento de mohos y levaduras:**
 - Preparar la muestra
 - Pipetear por duplicado a placas Petri estériles alícuotas de 1mL, se recomienda esta serie de diluciones cuando no hay conocimiento sobre el rango de microorganismos
 - Agregar 15 mL de agar fundido y temperado a $47^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, hasta este paso no debe haber pasado más de 15 min.
 - Mezclar el inóculo con el medio fundido, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones: mover con movimientos de vaivén la placa 5 veces en la misma dirección, girarla 5 veces en sentido horario, mover la placa con movimientos de vaivén en dirección que forme ángulo recto con la primera, hacer girar 5 veces la placa en sentido anti horario.
 - Esperar a que el agar se solidifique.
 - Incubar a $2-25^{\circ}\text{C}$ por dos días
 - Tomar las precauciones para manipular la placa y evitar contaminar el lugar de trabajo.
 - Usar un cuenta colonias y empezar el conteo de mohos que se presentan de una forma filamentosa de color variable, estas toman más tiempo de formación que las levaduras
 - Contar las colonias de levaduras por separado, estas se muestran de forma opacas, blancas o amarillas
 - Para calcular en número de colonias por gramo o ml se determina según la siguiente formula

$$N = \frac{\Sigma C}{[(1 \times n1) + (0.1 \times n2)] \times d}$$

donde :

N = número de colonias por ml o g de producto

ΣC = suma de todas las colonias contadas en todas las placas

n1 = número de placas contadas de la menor dilución.

n2 = número de placas contadas de la dilución consecutiva.


d = dilución de la cuál fue obtenido el primer recuento

- **Procedimiento para recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables:**
 - Se diluye la muestra a analizar
 - Se saca con una pipeta 1 ml de todas las diluciones y se vierten en dos placas por dilución
 - Agregar rápidamente el agar y homogenizar la mezcla con movimientos lentos
 - Pipetear la dilución 1cc en una placa de Petri vacía y estéril empezando por la dilución 10^{-1} hasta 10^{-6} se sugiere esta cantidad de diluciones cuando no se sabe la cantidad de contaminación de la muestra.
 - Teniendo el medio de cultivo fundido y enfriado a una temperatura aproximada de 45°C agregar a cada caja Petri que contiene las diferentes diluciones, homogenizar la mezcla teniendo cuidado de no formar burbujas
 - Una vez solidificado el agar las placas se invierte y se incuban a $35-37^{\circ}\text{C}$ por dos días
 - Para realizar el recuento, se selecciona aquella placa donde haya habido un crecimiento bacteriano que contenga entre 30 y 300 colonias, para ello se debe usar el cuenta colonias.
 - Cuente las colonias y el número encontrado debe ser multiplicado por el mismo de la dilución que utilizó para hacerlo.

ANEXO 5 Información adicional

Anexo 5.1 Hoja de Registro de control de pH y Temperaturas debidamente completada

Imagen 14 Registro de control de pH y temperaturas completada

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control de pH y Temperatura		Versión: 1 Página: 1
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte				
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas				
LUGAR: Laboratorio universitario				
BLOQUES	TRATAMIENTOS	FECHA	pH (U. de pH)	TEMPERATURA (°C)
I	T ₆	24/07/18	2.5	90
	T ₁	25/07/18	1.5	75
	T ₅	25/07/18	2.5	75
	T ₄	26/07/18	2	90
	T ₈	26/07/18	3	90
	T ₂	27/07/18	1.5	90
	T ₇	27/07/18	3	75
	T ₃	27/07/18	2	75
II	T ₄	30/07/18	2	90
	T ₈	30/07/18	3	90
	T ₅	31/07/18	2.5	75
	T ₁	31/07/18	1.5	75
	T ₆	01/08/18	2.5	90
	T ₇	01/08/18	3	75
	T ₃	02/08/18	2	75
	T ₂	02/08/18	1.5	90
III	T ₁	03/08/18	1.5	75
	T ₃	03/08/18	2	75
	T ₇	06/08/18	3	75
	T ₂	06/08/18	1.5	90
	T ₈	07/08/18	3	90
	T ₄	07/08/18	2	90
	T ₅	08/08/18	2.5	75
	T ₆	08/08/18	2.5	90

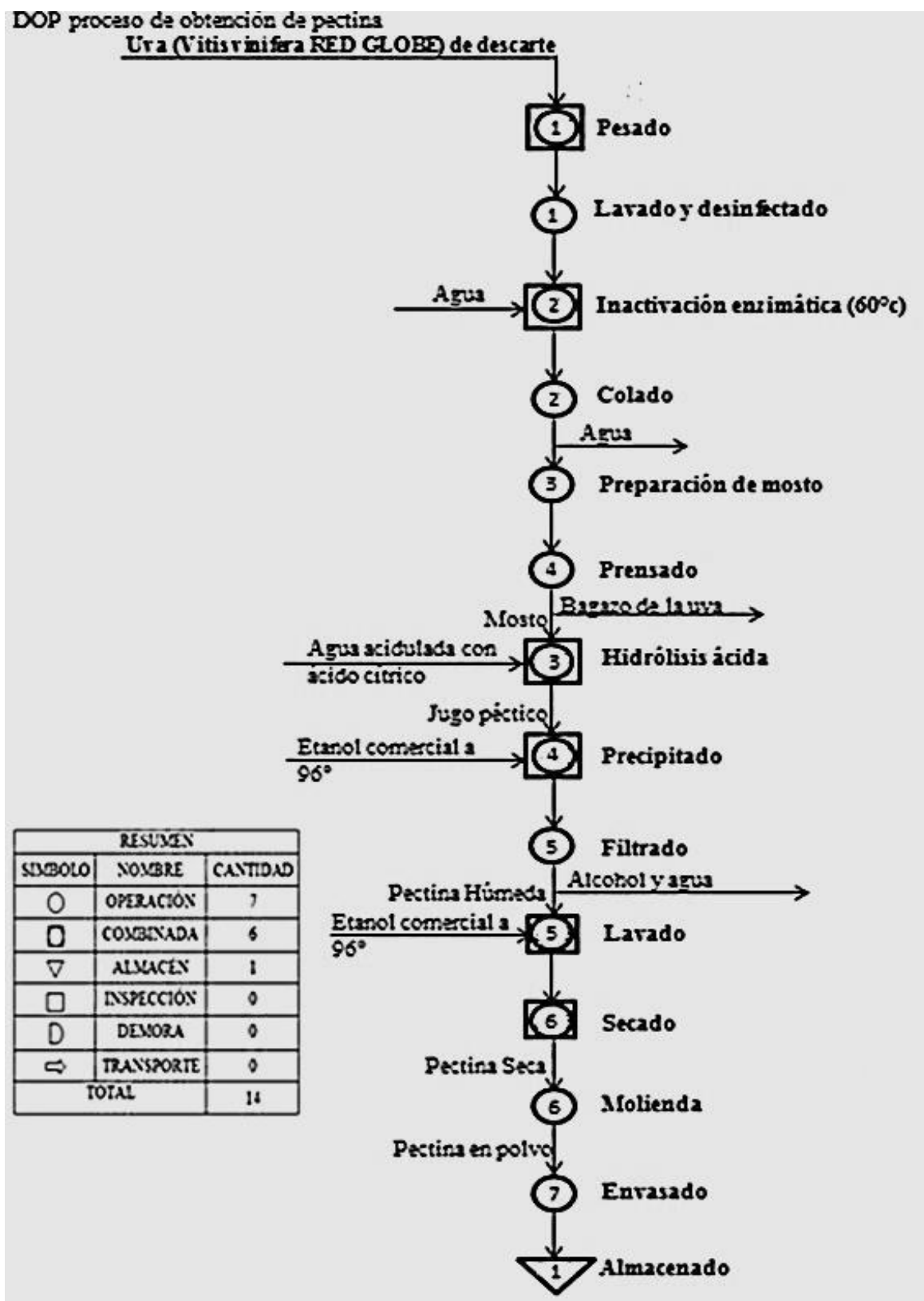
Elaboración propia, 2018

Observaciones:

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 5.2 Diagrama de operaciones del proceso de obtención de pectina


Imagen 15 DOP del proceso de obtención de pectina




Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 5.3 Hoja de registro de control de costos totales y unitario debidamente completadas

Imagen 16 Registro de control de costos totales y unitarios completadas

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control de costos		Versión: 1	
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte				Fecha: / /	
				Página: 1	
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas					
INSUMO		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)		COSTO (S/.)
Materia Prima		15 Kg.	S/. 3/kg		S/. 45
Agua destilada		2 Bid.	S/. 35/Bid.		S/. 70
Acido cítrico		1 Kg.	S/. 30/kg		S/. 30
Alcohol etílico		20 Lt.	S/. 7/Lt.		S/. 140
Papel filtro		12 Umd	S/. 5/Umd		S/. 60
SUB- TOTAL					S/. 345.
SERVICIO		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)		COSTO (S/.)
Agua		0,24 m ³	S/. 1.7/m ³		S/. 0,408
Energía		28,8 Kw	S/. 0,6167/Kw		S/. 17,761
SUB- TOTAL					S/. 18,169
MANO DE OBRA		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)		COSTO (S/.)
Trabajador		108 Hrs	S/. 5,8125/Hr		S/. 627,75
SUB- TOTAL					S/. 627,75
COSTO TOTAL					S/. 990,919

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Registro de control de costos		Versión: 1	
			Fecha: / /	
			Página: 1	
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte				
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas				
INSUMO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO (S/.)	
Materia Prima	0,5 kg	S/. 3/kg	S/. 1,5	
Agua destilada	0,053 Bid.	S/. 35/Bid	S/. 1,855	
Ácido cítrico	0,02 kg	S/. 30/kg	S/. 0,60	
Alcohol etílico	0,8 Lts	S/. 7/Lt	S/. 5,6	
Papel filtro	0,5 Umds	S/. 5/umd	S/. 2,5	
SUB- TOTAL			S/. 12,055	
SERVICIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO (S/.)	
Agua	0,01 m ³	S/. 1,7/m ³	S/. 0,017	
Energía	1,2 kw	S/. 0,6167/kw	S/. 0,74	
SUB- TOTAL			S/. 0,757	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO (S/.)	
Trabajador	4,5 Hrs	S/. 5,8125/Hr	S/. 26,156	
SUB- TOTAL			S/. 26,156	
COSTO TOTAL			S/. 38,968	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 5.4 Informes de resultados de análisis fisicoquímico Bloque I

Imagen 17 Informe de análisis fisicoquímico Bloque I



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°700-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : Juan Carlos Hernández Fiestas
MUESTRA : Pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte.
BLOQUE : I
TRATAMIENTOS : T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8
N° MUESTRAS : 08
CANTIDAD DE MUESTRA : 10 g. C/U
PROCEDENCIA : Piura
ENSAYOS SOLICITADOS : Fisicoquímico
PROYECTO : "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (*Vitis Vinífera* RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA"
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de agosto del 2018.
FECHA DE ENSAYOS : del 09 al 22 de agosto del 2018

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNID.	BLOQUE I							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Humedad	(%)	12.76	12.56	12.30	13.04	8.22	12.0	13.43	13.09
Cenizas Totales	(%)	10.67	9.50	8.78	10.23	4.30	7.89	9.67	10.24
Ácido Galacturónico	(%)	56.89	60.34	40.65	64.98	94.25	60.54	59.62	56.70
Grado de Esterificación	(%)	59.34	60.12	50.89	54.76	88.79	80.45	78.45	60.63
Metoxilos	(%)	5.62	6.34	5.89	6.60	15.43	7.89	6.67	8.90
Arsénico	ppm	0.09	0.10	0.06	0.12	0.03	0.04	0.08	0.07
Plomo	ppm	0.06	0.03	0.08	0.02	0.04	0.05	0.11	0.09
Cobre	ppm	28.32	20.56	11.90	25.78	12.36	15.32	17.85	16.78
Zinc	ppm	9.05	10.65	15.49	11.21	6.81	8.92	13.33	18.46

Tratamientos: T1 (1.5-75°C); T2 (1.5-90°C); T3 (2.0-75°C); T4 (2.0-90°C); T5 (2.5-75°C);
T6 (2.5-90°C); T7 (3.0-75°C); T8 (3.0-75°C).

PIURA, 23 DE AGOSTO DEL 2018

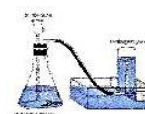


Anexo 5.5 Informes de resultados de análisis fisicoquímico Bloque II

Imagen 18 Informe de análisis fisicoquímico Bloque II



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



2018

INFORME DE ANÁLISIS N°701-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : Juan Carlos Hernández Fiestas
MUESTRA : Pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte.
BLOQUE : II
TRATAMIENTOS : T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8
N° MUESTRAS : 08
CANTIDAD DE MUESTRA : 10 g. C/U
PROCEDENCIA : Piura
ENSAYOS SOLICITADOS : Fisicoquímicos
PROYECTO : "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (*Vitis Vinífera* RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA"
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de agosto del 2018.
FECHA DE ENSAYOS : del 09 al 22 de agosto del 2018

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNID.	BLOQUE II							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Humedad	(%)	12.75	12.58	12.28	13.06	8.28	12.02	13.44	13.10
Cenizas Totales	(%)	10.64	9.52	8.80	10.24	4.10	7.91	9.66	10.22
Ácido Galacturónico	(%)	56.86	60.36	40.67	64.99	94.62	60.56	59.64	56.72
Grado de Esterificación	(%)	59.30	60.10	50.88	54.78	88.77	80.44	78.41	60.60
Metoxilos	(%)	5.60	6.37	5.86	6.58	15.96	7.85	6.65	8.91
Arsénico	ppm	0.07	0.11	0.04	0.13	0.02	0.07	0.06	0.08
Plomo	ppm	0.08	0.06	0.07	0.03	0.04	0.04	0.13	0.07
Cobre	ppm	28.33	20.55	11.88	25.79	12.52	15.30	17.83	16.79
Zinc	ppm	9.06	10.67	15.51	11.19	6.97	8.93	13.35	18.44

Tratamientos: T1 (1.5-75°C); T2 (1.5-90°C); T3 (2.0-75°C); T4 (2.0-90°C); T5 (2.5-75°C); T6 (2.5-90°C); T7 (3.0-75°C); T8 (3.0-75°C).

PIURA, 23 DE AGOSTO DEL 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Rodrigo Durán
Ing. Hernán Beltrán Fernández
PRESIDENTE
DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

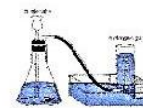
Anexo 5.6 Informes de resultados de análisis fisicoquímico Bloque III

Imagen 19 Informe de análisis fisicoquímico Bloque III



Universidad Nacional de Piura

**CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



2018

INFORME DE ANÁLISIS N°702-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : Juan Carlos Hernández Fiestas
MUESTRA : Pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte.
BLOQUE : III
TRATAMIENTOS : T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8
N° MUESTRAS : 08
CANTIDAD DE MUESTRA : 10 g. C/U
PROCEDENCIA : Piura
ENSAYOS SOLICITADOS : Fisicoquímicos
PROYECTO : "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (*Vitis Vinífera* RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA"
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de agosto del 2018.
FECHA DE ENSAYOS : del 09 al 22 de agosto del 2018

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNID.	BLOQUE III							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Humedad	(%)	12.74	12.57	12.30	13.08	8.09	12.04	13.43	13.13
Cenizas Totales	(%)	10.63	9.53	8.81	10.22	4.34	7.93	9.68	10.23
Ácido Galacturónico	(%)	56.85	60.36	40.65	64.96	94.38	60.52	59.64	56.70
Grado de Esterificación	(%)	59.31	60.12	50.86	54.77	88.80	80.46	78.42	60.65
Metoxilos	(%)	5.61	6.38	5.88	6.57	15.78	7.88	6.62	8.94
Arsénico	ppm	0.08	0.12	0.07	0.12	0.03	0.06	0.06	0.06
Plomo	ppm	0.06	0.06	0.05	0.04	0.02	0.04	0.15	0.09
Cobre	ppm	28.31	20.57	11.89	25.77	12.55	15.33	17.81	16.77
Zinc	ppm	9.07	10.66	15.52	11.18	6.80	8.90	13.34	18.45

Tratamientos: T1 (1.5-75°C); T2 (1.5-90°C); T3 (2.0-75°C); T4 (2.0-90°C); T5 (2.5-75°C); T6 (2.5-90°C); T7 (3.0-75°C); T8 (3.0-75°C).


PIURA, 23 DE AGOSTO DEL 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Hernán Pedro Fernández
Ing. Hernán Pedro Fernández
DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

Anexo 5.7 Hoja de registro de evaluación fisicoquímica debidamente completada

Imagen 20 Registro de evaluación Fisicoquímica completada

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de evaluación fisicoquímica		Versión: 1			
				Página: 1			
PRODUCTO: Pectina de Uva (Vitis vinifera RED GLOBE) de descarte							
RESPONSABLE: Juan Carlos Hernández Fiestas							
LUGAR: Laboratorio universitario							
BLOQUES	TRATAMIENTOS	FECHA	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	ÁCIDO GALACTURÓNICO (%)	METOXILOS (%)	GRADO DE ESTERIF. (%)
I	T ₆	23/08/18	12.0	7.89	60.54	80.45	7.89
	T ₁	23/08/18	12.76	10.67	56.89	59.34	5.62
	T ₅	23/08/18	8.22	4.30	94.25	88.79	15.43
	T ₄	23/08/18	13.04	10.23	64.98	54.76	6.60
	T ₂	23/08/18	13.09	10.24	56.70	60.63	8.90
	T ₂	23/08/18	12.56	9.50	60.34	60.12	6.34
	T ₇	23/08/18	13.43	9.67	59.62	78.45	6.67
	T ₃	23/08/18	12.30	8.78	40.65	50.89	5.89
II	T ₄	23/08/18	13.06	10.24	64.99	54.78	6.58
	T ₈	23/08/18	13.10	10.22	56.72	60.60	8.91
	T ₅	23/08/18	8.28	4.10	94.62	88.77	15.96
	T ₁	23/08/18	12.75	10.64	56.86	59.30	5.60
	T ₆	23/08/18	12.02	7.91	60.56	80.44	7.85
	T ₇	23/08/18	13.44	9.66	59.64	78.41	6.65
	T ₃	23/08/18	12.28	8.80	40.67	50.88	5.86
	T ₂	23/08/18	12.58	9.52	60.36	60.10	6.37
III	T ₁	23/08/18	12.74	10.63	56.85	59.31	5.61
	T ₃	23/08/18	12.30	8.81	40.65	50.86	5.88
	T ₇	23/08/18	13.43	9.68	59.64	78.42	6.62
	T ₂	23/08/18	12.57	9.53	60.36	60.12	6.38
	T ₈	23/08/18	13.13	10.23	56.70	60.65	8.94
	T ₄	23/08/18	13.08	10.22	64.96	54.77	6.57
	T ₅	23/08/18	8.09	4.34	94.38	88.80	15.78
	T ₆	23/08/18	12.04	7.93	60.52	80.46	7.88

Elaboración propia, 2018

Observaciones:

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 5.8 Informe de resultados del análisis estadístico

Anexo 5.8.1 Análisis estadístico del porcentaje de humedad

Cuadro n° 21 Análisis De Varianza del porcentaje de humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	,001	2	,001	,411	,670
pH	35,742	3	11,914	8002,972	,000
Temperatura	6,253	1	6,253	4200,070	,000
pH * Temperatura	16,765	3	5,588	3753,757	,000
Error	,021	14	,001		
Total	58,781	23			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 0,999) Coeficiente de variación: **0,26%**

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se puede observar en el cuadro, el análisis de varianza para los diferentes porcentajes de humedad de la pectina a partir de uva de descarte, existe diferencia altamente significativa en el pH y la temperatura separada, pues la significancia para cada factor es 0.000 siendo menor a la probabilidad 0.01. Se observa que el pH con la temperatura si existe diferencia altamente significativa debido a que su valor 0.000 es menor a la probabilidad de 0.01. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los porcentajes de humedad. Además, se observa el valor de R² ajustado que es del 99.9%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 0.26% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

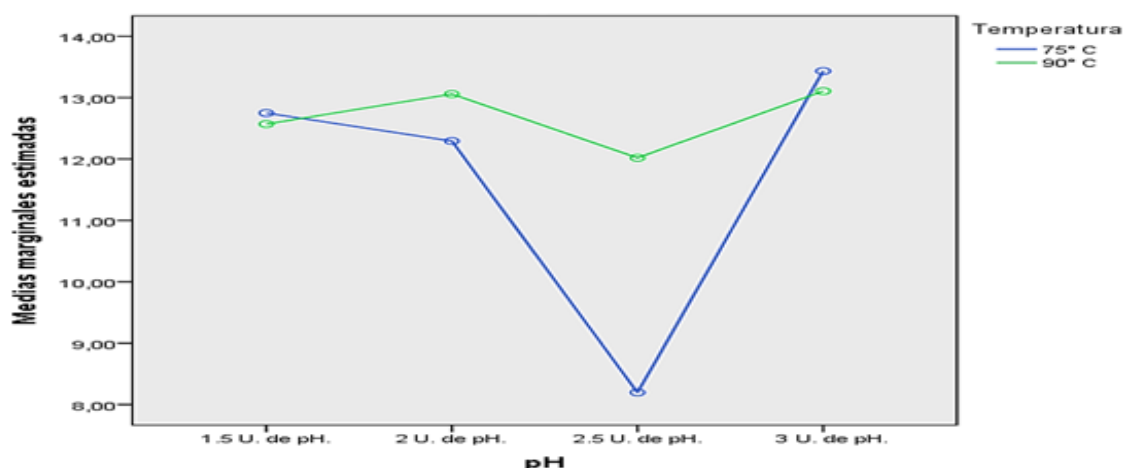
Cuadro n° 22 Medidas estadísticas de los tratamientos del porcentaje de humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

pH	Temperatura	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1.5 U. de pH.	75° C	12,750	,022	12,702	12,798
	90° C	12,570	,022	12,522	12,618
2 U. de pH.	75° C	12,293	,022	12,246	12,341
	90° C	13,060	,022	13,012	13,108
2.5 U. de pH.	75° C	8,197	,022	8,149	8,244
	90° C	12,020	,022	11,972	12,068
3 U. de pH.	75° C	13,433	,022	13,386	13,481
	90° C	13,107	,022	13,059	13,154

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

El cuadro anterior muestra las medidas estadísticas del porcentaje de humedad de los diferentes tratamientos obtenidos del Ph con la temperatura, como ejemplo se puede tomar el tratamiento **1.5 U de Ph CON 75° C de temperatura** que arrojó una media de 12.75% con un error estándar de 0.022%, oscilando ente 12.702% y 12.798% a un nivel de confianza del 95%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Gráfica n° 5 Medias de los tratamientos del porcentaje de humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte



Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

El gráfico anterior muestra las medias del porcentaje de humedad tomando como ejemplo el tratamiento 1.5 U de pH se aprecia que al usarse 75°C obtuvo 12,750% de humedad y al usarse 90°C obtuvo 12.570%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Cuadro n° 23 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje humedad de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

TRATAMIENTO	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
2.5 U. de pH. con 75° C	3	8,197						
2.5 U. de pH. con 90° C	3		12,020					
2 U. de pH. con 75° C	3			12,293				
1.5 U. de pH. con 90° C	3				12,570			
1.5 U. de pH. con 75° C	3					12,750		
2 U. de pH. con 90° C	3						13,060	
3 U. de pH. con 90° C	3						13,107	
3 U. de pH. con 75° C	3							13,433
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,161	1,000

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se observa en el cuadro n°23 se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 7 grupos de medias diferentes de porcentaje de humedad, siendo el óptimo los que cumplen con la Norma E – 440(I), de cuales sólo un tratamiento: **el 2.5 U. de pH. con 75° C** cumple con la norma. Por lo tanto, se considera como el **tratamiento óptimo**

Anexo 5.8.2 Análisis estadístico del porcentaje cenizas totales

Cuadro n° 24 Análisis de varianza del porcentaje de las Cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	,005	2	,003	1,148	,346
pH	65,020	3	21,673	9738,231	,000
Temperatura	7,684	1	7,684	3452,567	,000
pH * Temperatura	17,913	3	5,971	2682,940	,000
Error	,031	14	,002		
Total	90,654	23			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 0,999) Coeficiente de variación: **0,50%**
Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se puede observar en el cuadro anterior, el análisis de varianza para los diferentes porcentajes de cenizas totales de la pectina a partir de uva de descarte, existe diferencia altamente significativa en el pH y la temperatura separada, pues la significancia para cada factor es 0.000 siendo menor a la probabilidad 0.01. Se observa que el pH con la temperatura si existe diferencia altamente significativa debido a que su valor 0.000 es menor a la probabilidad de 0.01. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los porcentajes de cenizas totales. Además, se observa el valor de R^2 ajustado que es del 99.9%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 0.50% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

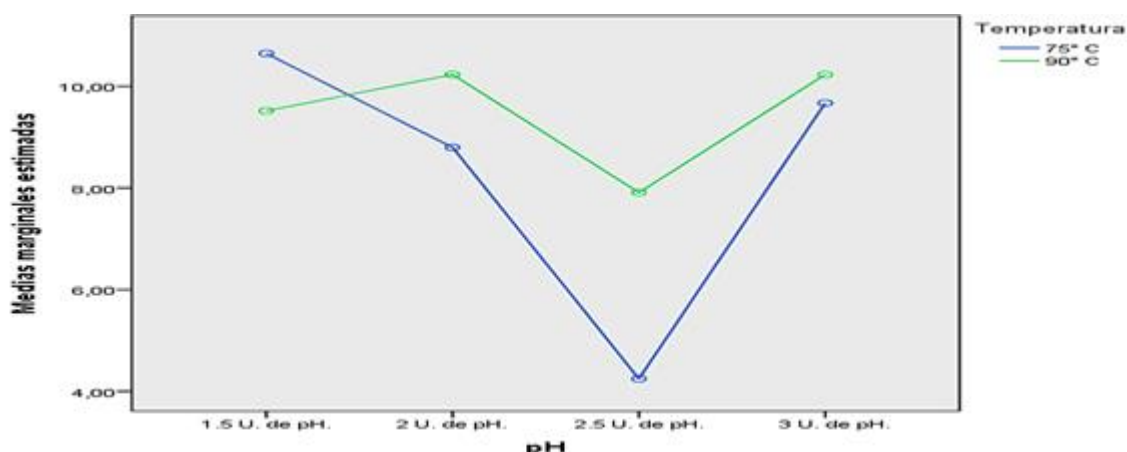
Cuadro n° 25 Medidas estadísticas de los tratamientos porcentaje de las cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

pH	Temperatura	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1.5 U. de pH.	75° C	10,647	,027	10,588	10,705
	90° C	9,517	,027	9,458	9,575
2 U. de pH.	75° C	8,797	,027	8,738	8,855
	90° C	10,230	,027	10,172	10,288
2.5 U. de pH.	75° C	4,247	,027	4,188	4,305
	90° C	7,910	,027	7,852	7,968
3 U. de pH.	75° C	9,670	,027	9,612	9,728
	90° C	10,230	,027	10,172	10,288

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

El cuadro anterior presenta las medidas estadísticas del porcentaje de cenizas totales para los diferentes tratamientos obtenidos del Ph con la temperatura, como ejemplo se puede tomar el tratamiento **1.5 U de Ph CON 75° C de temperatura** que arrojó una media de 10.647% con un error estándar de 0.027%, oscilando ente 10.588% y 10.705% a un nivel de confianza del 95%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Gráfica n° 6 Medias de los tratamientos del porcentaje de las cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte



Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

El gráfico muestra las medias del porcentaje de cenizas totales tomando como ejemplo el tratamiento 1.5 U de pH se aprecia que al usar 75°C obtuvo 10.647% de cenizas totales y al usar 90°C obtuvo 9.517%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Cuadro n° 26 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje de cenizas totales de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

TRATAMIENTO	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
2.5 U. de pH. con 75° C	3	4,247						
2.5 U. de pH. con 90° C	3		7,910					
2 U. de pH. con 75° C	3			8,797				
1.5 U. de pH. con 90° C	3				9,517			
3 U. de pH. con 75° C	3					9,670		
2 U. de pH. con 90° C	3						10,230	
3 U. de pH. con 90° C	3						10,230	
1.5 U. de pH. con 75° C	3							10,647
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se observa en el cuadro n°26, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 7 grupos de medias diferentes de porcentaje de cenizas totales, siendo el óptimo los que cumplen con la norma E – 440(I), de cuales sólo cinco tratamientos: **el 2.5 U. de pH. con 75° C, el 2.5 U. de pH. con 90° C, el 2 U. de pH. con 75° C, el 1.5 U. de pH. con 90° C y el 3.5 U. de pH. con 75° C** cumplen con la norma. Por lo tanto, se considera el que tiene **porcentaje mínimo de cenizas totales** como el tratamiento óptimo, **siendo el tratamiento 2.5 U. de pH. con 75° C**

Anexo 5.8.3 Análisis estadístico del porcentaje de ácido galacturónico

Cuadro n° 27 Análisis de varianza del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera Red Globe) de descarte

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	,014	2	,007	1,668	,224
pH	2099,157	3	699,719	164662,830	,000
Temperatura	30,353	1	30,353	7142,766	,000
pH * Temperatura	2609,367	3	869,789	204684,922	,000
Error	,059	14	,004		
Total	4738,950	23			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000) Coeficiente de variación: **0,10%**

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se puede observar en el cuadro n°27, el análisis de varianza para los diferentes porcentajes de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva de descarte, existe diferencia altamente significativa en el pH y la temperatura separada, ya que la significancia para cada factor es 0.000 siendo esta menor a la probabilidad 0.01. Se observa que el pH con la temperatura si existe diferencia altamente significativa debido a que su valor 0.000 es menor a la probabilidad de 0.01. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los porcentajes de ácido galacturónico. Además, se observa el valor de R^2 ajustado que es del 100%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 0.10% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

Cuadro n° 28 Medidas Estadísticas de los tratamientos del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

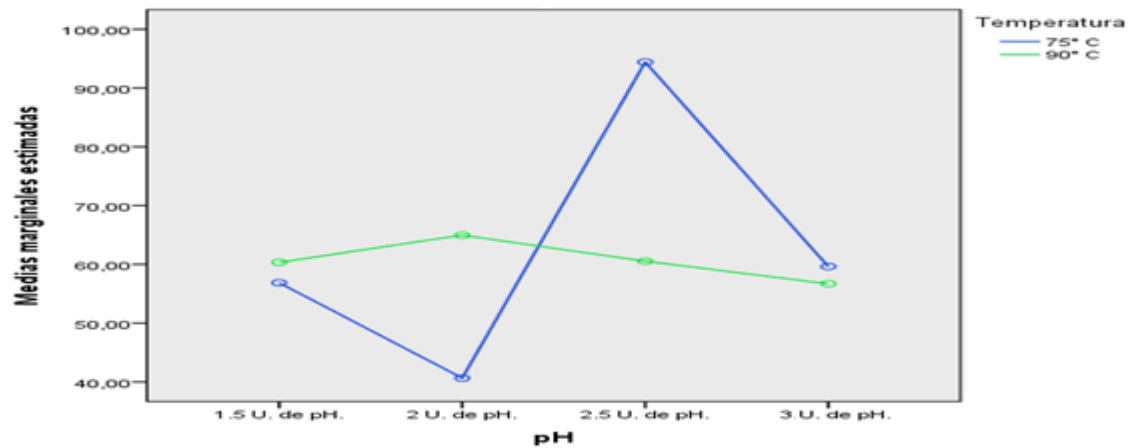
pH	Temperatura	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1.5 U. de pH.	75° C	56,867	,038	56,786	56,947
	90° C	60,353	,038	60,273	60,434
2 U. de pH.	75° C	40,657	,038	40,576	40,737
	90° C	64,977	,038	64,896	65,057
2.5 U. de pH.	75° C	94,417	,038	94,336	94,497
	90° C	60,540	,038	60,459	60,621
3 U. de pH.	75° C	59,633	,038	59,553	59,714
	90° C	56,707	,038	56,626	56,787

Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

En el cuadro anterior, presenta las medidas estadísticas del porcentaje de ácido galacturónico para los diferentes tratamientos obtenidos del Ph con la temperatura, como ejemplo se puede tomar el tratamiento **1.5 U de Ph CON 75° C de temperatura** que arrojó una media de 56.867%

con un error estándar de 0.038%, oscilando ente 56.786% y 56.947% a un nivel de confianza del 95%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Gráfica n° 7 Medias de los tratamientos del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte



Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

El gráfico muestra las medias del porcentaje de ácido galacturónico tomando como ejemplo el tratamiento 1.5 U de pH se aprecia que al usar 75°C obtuvo 56.867% de ácido galacturónico y al usar 90°C obtuvo 60.353%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Cuadro n° 29 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje de ácido galacturónico de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte

TRATAMIENTO	N	Subconjunto							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2 U. de pH. con 75° C	3	40,657							
3 U. de pH. con 90° C	3		56,707						
1.5 U. de pH. con 75° C	3			56,867					
3 U. de pH. con 75° C	3				59,633				
1.5 U. de pH. con 90° C	3					60,353			
2.5 U. de pH. con 90° C	3						60,540		
2 U. de pH. con 90° C	3							64,977	
2.5 U. de pH. con 75° C	3								94,417
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se observa en el cuadro n°29, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 8 grupos de medias diferentes de porcentaje de ácido galacturónico, siendo el óptimo los que cumplen con la Norma E – 440(I), de cuales solo un tratamiento: **el 2.5 U. de pH. con 75° C** cumple con la norma. Por lo tanto, se considera como el **tratamiento óptimo**

Anexo 5.8.4 Análisis estadístico del porcentaje del grado de esterificación

Cuadro n° 30 Análisis de varianza del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	,002	2	,001	3,415	,062
pH	3422,432	3	1140,811	5165935,824	,000
Temperatura	172,485	1	172,485	781063,321	,000
pH * Temperatura	430,714	3	143,571	650134,767	,000
Error	,003	14	,0002		
Total	4025,636	23			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000) Coeficiente de variación: 0,02%

Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

Como se puede observar en el cuadro, el análisis de varianza para los diferentes porcentajes del grado de esterificación de la pectina a partir de uva de descarte, existe diferencia altamente significativa en el pH y la temperatura separada, ya que la significancia para cada factor es 0.000 siendo menor a la probabilidad 0.01. Se observa que el pH con la temperatura si existe diferencia altamente significativa debido a que su valor 0.000 es menor a la probabilidad de 0.01. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los porcentajes grado de esterificación. Además, se observa el valor de R^2 ajustado que es del 100%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 0.02% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

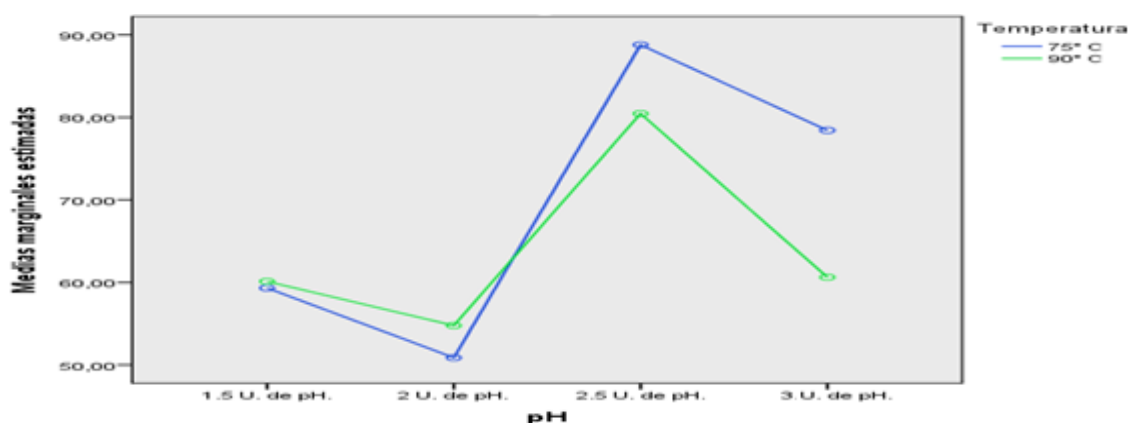
Cuadro n° 31 Medidas estadísticas de los tratamientos del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (*Vitis vinífera* RED GLOBE) de descarte

pH	Temperatura	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1.5 U. de pH.	75° C	59,317	,009	59,298	59,335
	90° C	60,113	,009	60,095	60,132
2 U. de pH.	75° C	50,877	,009	50,858	50,895
	90° C	54,770	,009	54,752	54,788
2.5 U. de pH.	75° C	88,787	,009	88,768	88,805
	90° C	80,450	,009	80,432	80,468
3 U. de pH.	75° C	78,427	,009	78,408	78,445
	90° C	60,627	,009	60,608	60,645

Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

El cuadro anterior presenta las medidas estadísticas del porcentaje del grado de esterificación para los diferentes tratamientos obtenidos del Ph con la temperatura, como ejemplo se puede tomar el tratamiento **1.5 U de Ph CON 75° C de temperatura** que arrojó una media de 59.317% con un error estándar de 0.009%, oscilando ente 59.298% y 59.335% a un nivel de confianza del 95% Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Gráfica n° 8 Medias de los tratamientos del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte



Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

El gráfico muestra las medias del porcentaje del grado de esterificación tomando como ejemplo el tratamiento 1.5 U de pH se aprecia que al usar 75°C obtuvo 59.317% de ácido galacturónico y al usar 90°C obtuvo 60.113%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Cuadro n° 32 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje del grado de esterificación de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

TRATAMIENTO	N	Subconjunto							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2 U. de pH. con 75° C	3	50,877							
2 U. de pH. con 90° C	3		54,770						
1.5 U. de pH. con 75° C	3			59,317					
1.5 U. de pH. con 90° C	3				60,113				
3 U. de pH. con 90° C	3					60,627			
3 U. de pH. con 75° C	3						78,427		
2.5 U. de pH. con 90° C	3							80,450	
2.5 U. de pH. con 75° C	3								88,787
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Análisis fisicoquímicos, 2018

Como se observa en el cuadro n° 32, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 8 grupos de medias diferentes de porcentaje del grado de esterificación, siendo el óptimo los que cumplen con la Norma E – 440(I), donde los tratamientos: 2 U. de pH. con 75° C, 2 U. de pH. con 90° C, 1.5 U. de pH. con 75° C, 1.5 U. de pH. con 90° C, 3 U. de pH. con 90° C, 3 U. de pH. con 75° C, 2.5 U. de pH. con 90° C y el 2.5 U. de pH. con 75° C cumplen con la norma. Por lo tanto, se considera el que tiene el porcentaje máximo del grado de esterificación promedio como el tratamiento óptimo, siendo el tratamiento 2.5 U. de pH. con 75° C

Anexo 5.8.5 Análisis estadístico del porcentaje del grado de Metóxilos

Cuadro n° 33 Análisis De Varianza Del Porcentaje Del Grado De Metoxilos De La Pectina A Partir De Uva (Vitis Vinífera RED GLOBE) De Descarte

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	,013	2	,006	,659	,533
pH	129,906	3	43,302	4414,298	,000
Temperatura	6,365	1	6,365	648,900	,000
pH * Temperatura	95,398	3	31,799	3241,681	,000
Error	,137	14	,010		
Total	231,820	23			

a. R al cuadrado = 0,999 (R al cuadrado ajustada = 0,999) Coeficiente de variación: 1,26%

Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

Como se puede observar en el cuadro, el análisis de varianza para los diferentes porcentajes del grado de metóxilos de la pectina a partir de uva de descarte, existe diferencia altamente significativa en el pH y la temperatura separada, ya que la significancia para cada factor es 0.000 y siendo menor a la probabilidad 0.01. Se observa que el pH con la temperatura si existe diferencia altamente significativa debido a que su valor 0.000 es menor a la probabilidad de 0.01. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los porcentajes del grado de metóxilos. Además, se observa el valor de R^2 ajustado que es del 99.9%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 1.26% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

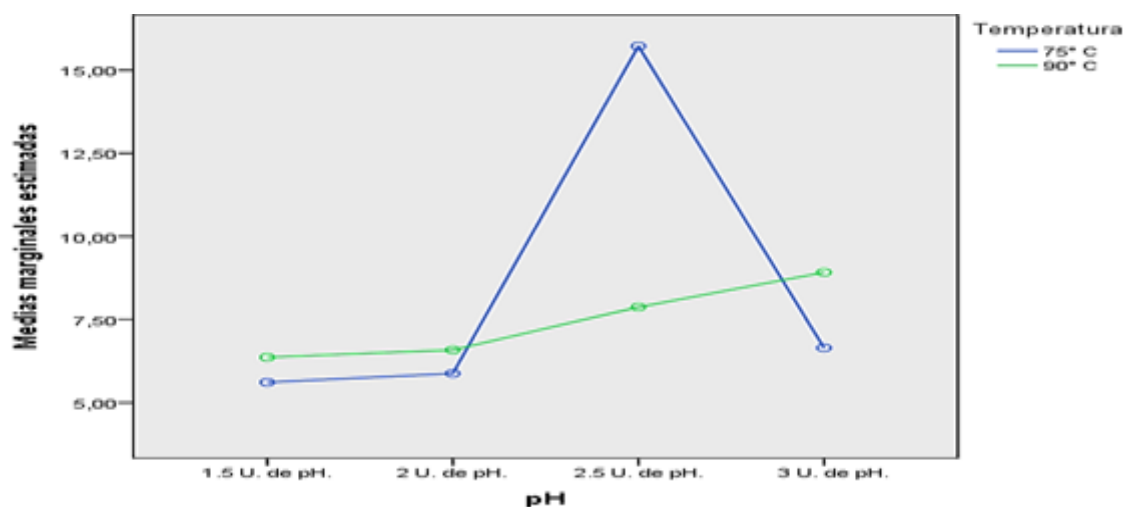
Cuadro n° 34 Medidas estadísticas de los tratamientos del porcentaje del grado de metoxilos de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

pH	Temperatura	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1.5 U. de pH.	75° C	5,610	,057	5,487	5,733
	90° C	6,363	,057	6,241	6,486
2 U. de pH.	75° C	5,877	,057	5,754	5,999
	90° C	6,583	,057	6,461	6,706
2.5 U. de pH.	75° C	15,723	,057	15,601	15,846
	90° C	7,873	,057	7,751	7,996
3 U. de pH.	75° C	6,647	,057	6,524	6,769
	90° C	8,917	,057	8,794	9,039

Fuente: Análisis Fisicoquímicos, 2018

El cuadro anterior presenta las medidas estadísticas del porcentaje del grado de metoxilos para los diferentes tratamientos obtenidos del Ph con la temperatura, como ejemplo se puede tomar el tratamiento **1.5 U de Ph CON 75° C de temperatura** que arrojó una media de 5.61% con un error estándar de 0.057%, oscilando ente 5.487% y 5.733% a un nivel de confianza del 95%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Gráfica n° 9 Medias de los tratamientos del porcentaje del grado de metóxilos de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte



Fuente: Análisis Físicoquímicos, 2018

El gráfico muestra las medias del porcentaje del grado de metóxilos tomando como ejemplo el tratamiento 1.5 U de pH se aprecia que al usar 75°C obtuvo 5.610% de ácido galacturónico y al usar 90°C obtuvo 6.363%. Interpretándose de la misma manera los demás tratamientos.

Cuadro n° 35 Prueba de Duncan al 5% de los tratamientos del porcentaje del grado de metoxilos de la pectina a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte

TRATAMIENTO	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
1.5 U. de pH. con 75° C	3	5,610						
2 U. de pH. con 75° C	3		5,877					
1.5 U. de pH. con 90° C	3			6,363				
2 U. de pH. con 90° C	3				6,583			
3 U. de pH. con 75° C	3				6,647			
2.5 U. de pH. con 90° C	3					7,873		
3 U. de pH. con 90° C	3						8,917	
2.5 U. de pH. con 75° C	3							15,723
Sig.		1,000	1,000	1,000	,447	1,000	1,000	1,000

Fuente: Análisis Físicoquímicos, 2018

Como se observa en el cuadro n° 35, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 7 grupos de medias diferentes de porcentaje del grado de metoxilos, siendo el óptimo los que cumplen con la Norma E – 440(I), de cuales solo tres tratamientos: **el 2.5 U. de pH. con 90° C, el 3.5 U. de pH. con 90° C y el 2.5 U. de pH. con 75° C** cumplen con la norma. Por lo tanto, se considera el que tiene el **porcentaje máximo del grado de metoxilos promedio** como el tratamiento óptimo, **siendo el tratamiento 2.5 U. de pH. con 75° C**

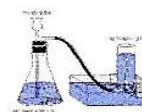
Anexo 5.9 Informe de resultados del análisis microbiológicos

Imagen 21 Resultados de análisis microbiológicos



Universidad Nacional de Piura

**CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



2018

INFORME DE ANÁLISIS N°909-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : Juan Carlos Hernández Fiestas
MUESTRA : Pectina OPTIMO a partir de uva (Vitis vinífera RED GLOBE) de descarte.
TRATAMIENTO : T5
N° MUESTRAS : 03
CANTIDAD DE MUESTRA : 10 g. C/U
PROCEDENCIA : Piura
ENSAYOS SOLICITADOS : Microbiológicos
PROYECTO : "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (Vitis Vinífera RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA"
FECHA DE RECEPCIÓN : 11 de octubre del 2018
FECHA DE ENSAYOS : del 11 Al 13 de octubre del 2018

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados BLOQUES			NORMA E-440 (i)
		I	II	III	
Aerobios mesófilos	(UFC/g)	1.2×10^2	1×10^2	1.1×10^2	5×10^2 UFC/g
Mohos y Levaduras	(UFC/g)	2.3×10	2×10	2.1×10	1×10^2 UFC/g

Tratamiento: T5 (2.5-75°C)

Piura, 13 de octubre del 2018

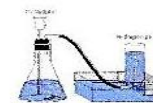


Anexo 5.10 Informe de resultados de evaluación fisicoquímica de pectina comercial

Imagen 22 Resultados de análisis fisicoquímica de pectina comercial



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



2018

INFORME DE ANÁLISIS N°703-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : Juan Carlos Hernández Fiestas
MUESTRA : Pectina cítrica comercial GUINAMA
GRADO : Alimenticio
ASPECTO : Polvo
COLOR : Marrón claro a blanco crema
OLOR Y SABOR : Neutro
N° MUESTRAS : 01
CANTIDAD DE MUESTRA : 10 g.
PROCEDENCIA : Piura
ENSAYOS SOLICITADOS : Fisicoquímicos
PROYECTO : "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE UVA (*Vitis Vinífera* RED GLOBE) DE DESCARTE OBTENIDA MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA"
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de agosto del 2018.
FECHA DE ENSAYOS : del 09 al 22 de agosto del 2018

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	(%)	8.20
Cenizas Totales	(%)	4.29
Ácido Galacturónico	(%)	94.63
Grado de Esterificación	(%)	88.82
Metoxilos	(%)	15.80
Arsénico	ppm	<0.01
Plomo	ppm	0.02
Cobre	ppm	12.50
Zinc	ppm	6.75

MUESTRA PROPORCIONADO POR EL CLIENTE

PIURA, 23 DE AGOSTO DEL 2018



Anexo 5.11 Temporada alta de las variedades de uva

Cuadro n° 36 Temporada alta de producción de uva

Tipo de uva /mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Red Globe												
Flame seedless												
Sugarone												
Thompson seedless												
Crimson seedless												

Fuente: Linares y otros, 2015

Anexo 5.12 Características de uva de exportación

Cuadro n° 37 Características de uva de exportación

Requisitos de cosecha				
Variedad	°Brix	Diámetro mínimo de grano (mm)	Mínimo de peso	%Color
Flame seedless	17	17	450	95
Thompson seedless	16.5	16.5	400	100
Superior	16.5	17	400	100
Red globe	16.5	26	550	100
Ribier	16	20	400	95

Fuente: Linares y otros, 2015

Anexo 5.13 Norma E-440 (1981)

Cuadro n° 38 Requisitos norma E-440

CARACTERÍSTICAS	REFERENCIAS
	E-440
Humedad	Máx. 12%
Cenizas totales	Máx. 10%
Ácido galacturónico	Min. 65%
Grado de metoxilos	Min. 6.7%
Grado de esterificación	50% Min (HM)
Aerobios mesófilos viables	Máx. 5 x 10² UFC/gr
Mohos, levaduras	Máx. 10² UFC/gr

Fuente: FAO, FCC Y EU, 1981, Tomado de Herbstreith & Fox (2016)

Anexo 5.14 Requisitos de gelificación según el grado de esterificación

Cuadro n° 39 Requisitos de gelificación según el grado de esterificación de la pectina

Grado de esterificación		Requisitos para gelificar		
	pH	Azúcar (%)	Ión divalente	Velocidad de gelificación
> 70	2.8-3.4	65	No	Rápida
50-70	2.8-3.4	65	No	Lenta
<50 (Bajo metoxilo)	2.5-6.5	Ninguno	Sí	Rápida

Fuente: López, 2013, tomado de Fenema (1993)

Anexo 5.15 Tipo de pectina según el grado de esterificación

Cuadro n° 40 Tipo de pectina según grado de esterificación

Grado de esterificación (%)	Tipo de Pectina
80-82	De gelificación ultra rápido
74-76	De gelificación rápida
68-72	De gelificación media
60-65	De gelificación lenta

Fuente: López, 2013, tomado de Doesbug, (1965)

Anexo 5.16 Uso de la pectina en la industria alimentaria

Cuadro n° 41 Uso de pectina en la industria

Tipo	Típico Uso	Cantidad aprox. (%) en producto final	Factores Importantes
Pectina (HM) de alto metoxil	Jaleas, compostas, conservas	0,1-0,8	Sólidos solubles para jaleas 65% compotas 60%, pH 2.8-3.2
	Piezas de confitería	0,85-1,25	Sólidos solubles 80-82%, necesita sal buferada pH 3,4- 3,7; igual peso de fructosa y sacarosa
	Jaleas caseras	3 onzas/6-8 vasos	Mezclas de dextrosa, pectina, fruta ácida, cerca de 10°
	Espesante para frutas de bajas calorías, jarabe, bebidas	Hasta 0,5	Necesario cuidado en preparar solución cuando el azúcar no es incluido como agente espesante
	Emulsiones saborizadas, ensaladas, postres	2-3 de fase acuosa	Mejor para contenidos de aceites 15-20% y superiores
	Cremas batidas, glaseados, malteados de leche espesante	0,8-1,5	Estos y otros especiales usos requiere específicas instrucciones
Pectina (LM) de bajo metoxil	Ensalada y postres (geles) a) imitación de sabor y color (para consumo casero)	0,8-1,5	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ .H ₂ O, 8-16% peso de pectina; algunas veces citrato de sodio y ácido de fruta se adhiere
	b) Jugo de frutas y vegetales (geles enlatados)	1,0-1,8	CaC ₁₂ .2H ₂ O, 6-14% peso de pectina pH 3,6-3,8, pectina en solución antes de adherir sal de calcio
	Geles de leche y budines	0,8-1,5	No necesita sal de calcio
	Geles de fruta de bajas calorías parecidos a compotas para uso dietético	0,8-1,5	Necesita correcto balance de pectina y calcio; pocas cantidades deseables de glicerol y sorbitol
	Fresas congeladas	0,1-0,15 del peso de fresa	Más efectivo cuando jarabe azucarado se adhiere en las fresas para empacarlas
	Geles de fruta y fresa usados en helados	0,8-1,5	40-50% de azúcar; ácido de fruta algunas veces sal de calcio

Fuente: Nizama, 2015, tomado de Puerta (1996)

Anexo 5.17 Evidencia fotográfica

Imagen 23 Pesado de materia prima



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 24 Lavado de materia prima



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 25 Desinfectado de materia prima



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 26 Inactivación enzimática (60°C)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 27 Preparación de mosto



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 28 Prensado



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 29 Residuos sólidos después de prensado



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 30 Llenado de agua al mosto de uva



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 31 Colocación de ácido cítrico a la solución de uva



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 32 Homogenizado de solución acidulada



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 33 Medición de pH



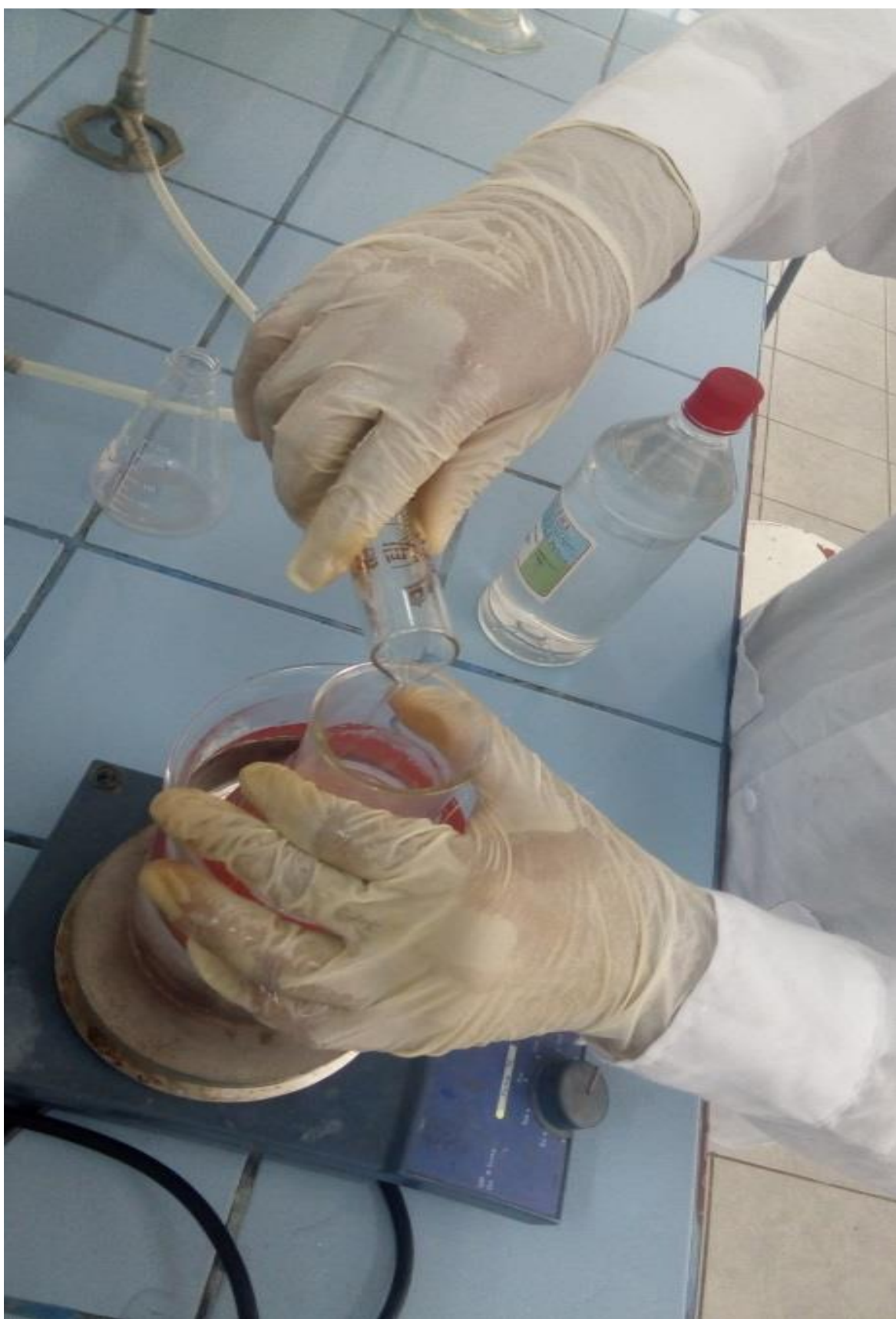
Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 34 Agitación de mezcla acidulada



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 35 Precipitado de jugo péctico



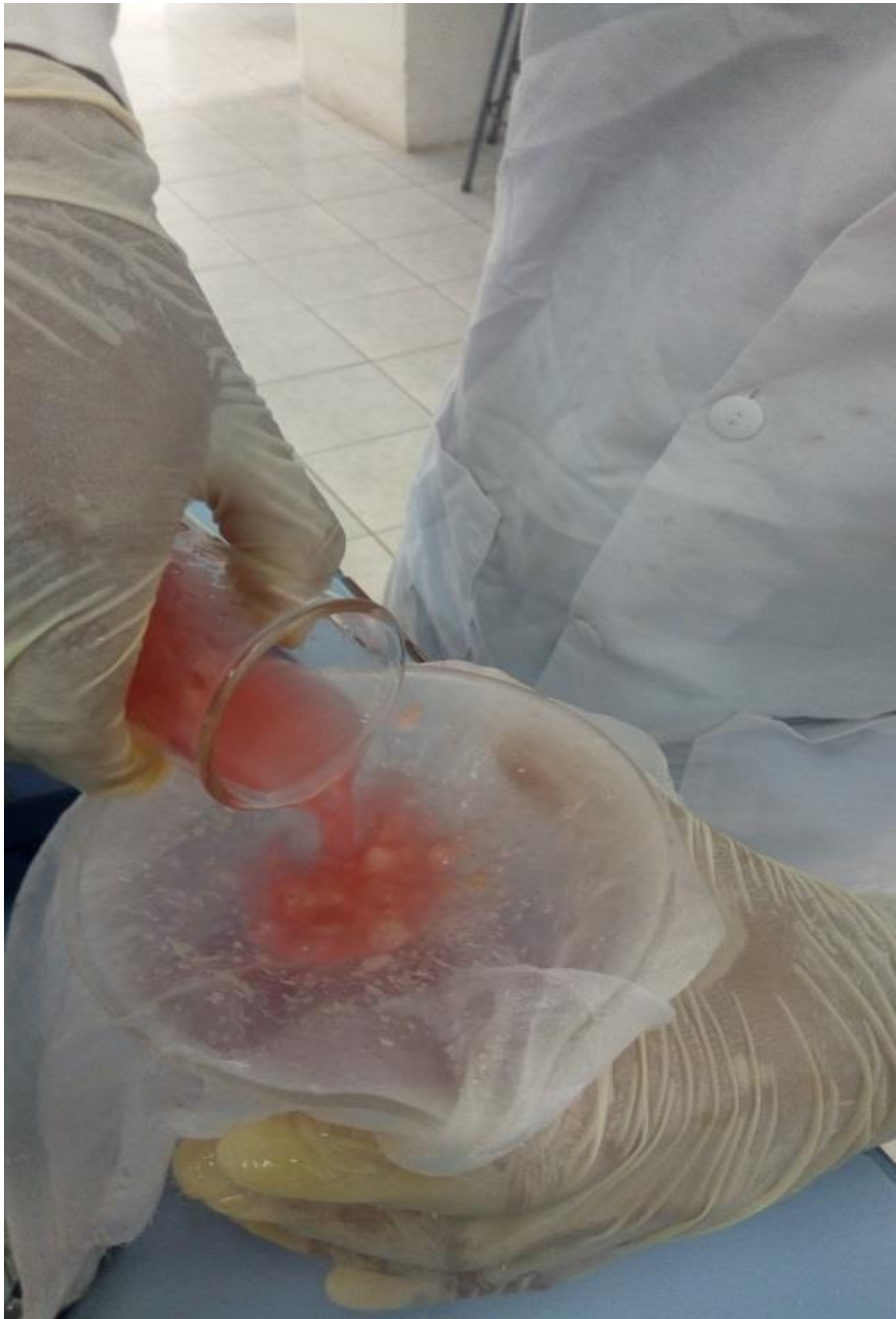
Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 36 Tipo de alcohol usado en la precipitación



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 37 Filtrado de jugo péctico



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 38 Lavado de pectina coagulada



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 39 Secado de pectina coagulada



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 40 Producto terminado



Fuente: Elaboración propia, 2018